



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Schweizerische Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Naturgefahren Nationalstrassen Schweiz, Gefahrenhinweiskarten

Anwenderhandbuch

Das Anwenderhandbuch wurde für die GHK NS erstellt. Die Angaben behalten ihre Gültigkeit ebenso für die GHK NEB-Strecken.



Impressum

Projektbearbeitung

geo7 AG, geowissenschaftliches Büro

Neufeldstrasse 5 – 9, CH-3012 Bern
Tel. +41 (0)31 300 44 33

Dr. Serena Liener
Daniel Zinniker
Gabi Hunziker

tur gmbh

Promenade 129, CH-7260 Davos-Dorf
Tel. ++41 (0)31 420 15 31

Roderick Kühne
Eva Frick

Änderungskontrolle

Version	Datum	Name / Stelle	Bemerkungen
0.1	03.04.2009	Dr. Serena Liener	Berichtsentwurf
1	05.06.2009	Dr. Serena Liener	Fertigstellung Bericht

Anmerkungen zum Dokument

Erstellt mit Microsoft Office Word, Version 2003

Dateiname \\himalaya\\all\\projekte\\2009\\803_ghkns2\\3_projektergebnisse\\34_bericht\\be01hu,
anwenderhandbuch ghkns2_v1.doc

Dateigrösse 33678 KBytes

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage	1
2	Die Gefahrenhinweiskarte	1
2.1	Aussagekraft und Anwendung der Gefahrenhinweiskarte	2
2.2	Grenzen der Gefahrenhinweiskarte	2
3	Produkte der Gefahrenhinweiskarte	3
3.1	Technischer Bericht	3
3.2	Anwenderhandbuch	3
3.3	Kartenwerk	3
4	Inhalt der Gefahrenhinweiskarte	5
4.1	Übersichtskarte 1:500'000	5
4.2	Kartenblätter 1:25'000	5
5	Berücksichtigte Naturgefahrenprozesse	6
5.1	Lawinen (Fliesslawinen)	6
5.2	Stein-/Blockschlag	7
5.3	Murgänge	7
5.4	Übersarung und Überflutung	8
5.5	Hangmuren/spontane Rutschungen	9
5.6	Permanente Rutschungen/Sackungen	10
6	Verwendete Grundlagen.....	11
	Darstellungsgrundlagen	11
	Gefahrenhinweisprozesse	11
	Schadenpotenzial	11
7	Perimeter	12
8	Methodisches Vorgehen zur Erstellung der Gefahrenhinweiskarte	12
8.1	Aufbereitung der Gefahrenhinweisbereiche	12
8.2	Ermittlung der schadenpotenzialrelevanten Prozessräume	13
8.3	Ermittlung der gefährdeten Strassenabschnitte und Nebenanlagen	14
8.4	Berechnung des Naturgefahrenindex	14
9	Verwendung der Gefahrenhinweiskarte	15

Referenzierte Dokumente

- [1] BAFU, (2008): Flutzonen Aquaprotect, Medienmitteilung
- [2] Bundesamt für Raumplanung (BRP), Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 1997: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen 1997, EDMZ, Bern.
- [3] Bundesamt für Raumplanung (BRP), Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 1997: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen 1997, EDMZ, Bern.
- [4] Bundesamt für Landestopografie (Swisstopo), 2007: Geologische Karte der Schweiz, digitale Daten Stand 2007, Wabern.
- [5] BUWAL 1999, Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren
- [6] Gamma, P. (2000): dfwalk – Ein Murgang-Simulationsprogramm zur Gefahrenzonierung, Geographica Bernensia G66, Verlag des Geogr. Inst. Univ. Bern.
- [7] Geotest, geo7, Oeko-B. (2006): SilvaProtect-CH, Schutzwaldhinweiskarte der Schweiz, Modul EVENT, Los 1: Prozess Steinschlag / Blockschlag, Los 2: Prozesse Hangmure / Rutschung, Murgang, Schlussbericht.
- [8] Geo7 (2006): SilvaProtect-CH, Datenmodell
- [9] Geo7 (2008): SilvaProtect-CH, Prozessmodellierung Übersarung und Überflutung steile Gewässer
- [10] Gruber, U., Baltensweiler, A. (2006): SilvaProtect-CH, Prozess Lawinen, Dokumentation, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- [11] Liener, S. (2000): Zur Feststofflieferung in Wildbächen. Geographica Bernensia G64, Verlag des Geogr. Inst. Univ. Bern.
- [12] Liniger, M. (2000): Computersimulation von Stein- und Blockschlägen. Sonderdruck aus Felsbau 18 (2000) Nr.3: 56-63.
- [13] ASTRA, (2007): Pflichtenheft Naturgefahren Nationalstrassen Schweiz, Gefahrenhinweiskarte (GHK).
- [14] BAFU, (2006): SilvaProtect-CH, Schutzwaldhinweiskarte der Schweiz, Modul Event.

Glossar

Begriff	Erläuterung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
Blockschlag	Absturz von mehr oder weniger isolierten Blöcken ($\varnothing > 50$ cm, aber Volumen < 100 m ³) mit Geschwindigkeiten von 5 – 30 m/s (frei fallend, springend, rollend); vgl. auch → Steinschlag
Gefahr	Zustand, Umstand oder Vorgang, aus dem ein Schaden für die Umwelt, Mensch und/oder Sachgüter entstehen kann
Gefährdung	→ Gefahr, die sich konkret auf eine bestimmte Situation oder ein bestimmtes Objekt bezieht
Gefahrenhinweiskarte	Übersichtskarte, die nach wissenschaftlichen Kriterien erstellt wird und auf → Gefahren hinweist, die erkannt und lokalisiert, aber nicht im Detail analysiert und bewertet sind
Gefahrenpotenzial	Gesamtheit der → Gefahren in einem Gebiet
Hangmuren	Oberflächlich abfahrendes, schnell fliessendes Gemisch aus stark wasserdurchtränktem Lockermaterial (meist nur Boden und Vegetation). Oft aus spontanen Rutschungen heraus an meist steilen Hängen entstehend. Zusammenhalt des Materials und eine klare Gleitfläche fehlen meistens. Volumina des verlagerten Materials in der Regel zwischen wenigen m ³ und $< 20'000$ m ³ .
Hochwasser	Zustand in einem Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Abfluss einen bestimmten Schwellenwert überschritten hat.
MISTRA	Managementinformationssystem Strasse und Strassenverkehr
Naturgefahren/Naturgefahrenprozesse	Sämtliche Vorgänge in der Natur, die für den Menschen und/oder Güter schädlich sein können
NFA	Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen
Lawine	Plötzliche und schnelle Talwärtsbewegung von Schnee oder Eis als gleitende, fliessende oder rollende Masse
Murgang	Langsam bis schnell fliessendes Gemisch von Wasser und Feststoffen mit einem hohen Feststoffanteil, das häufig in mehreren Schüben niedergeht
Naturgefahrenindex	Relatives Mass für die Grösse einer Gefährdung (Wahrscheinlichkeit und Schadenausmass)
Permanente Rutschung	Abgesehen von kurzfristigen, i.a. saisonalen Schwankungen mehr oder minder kontinuierlich, vielfach langsam verlaufende Rutschung
Prozessraum	Geländebereich, der durch einen bestimmten (meist gefährlichen) Prozess (z.B. → Steinschlag, Überflutung, → Rutschung) betroffen wird

Sackung	→ Gravitativer Prozess in Festgesteinen mit ausgeprägt vertikaler Bewegungskomponente entlang von Trennflächen; häufig fliessende Übergänge zu → Rutschungen, daher oft unter diesen zusammengefasst
Schadenpotenzial	Gesamtheit der möglichen durch eine → Gefahr verursachten Schäden
SilvaProtect CH	Projekt Schutzwaldhinweiskarte Schweiz
Steinschlag	Absturz von mehr oder weniger isolierten Steinen ($\varnothing < 50$ cm) mit Geschwindigkeiten von 5 – 30 m/s (frei fallend, springend, rollend); vgl. auch → Blockschlag
swisstopo	Bundesamt für Landestopographie
Synoptischer Gefahrenhinweis	Alle Prozessflächen umfassende Darstellung der Gefahrensituation
Überflutung	Vorübergehende Bedeckung einer Landfläche ausserhalb des Gewässerbetts mit Wasser und häufig auch mit Feststoffen
Übersarung	Prozess der Ablagerung von vorwiegend groben Feststoffen, die aus dem Bett eines hochwasserführenden Fliessgewässers ausgetreten sind
UHPeri	Unterhaltsperimeter (Datenbank → MISTRA)
vector25	Digitale Datensätze des Bundesamtes für Landestopographie
Wirkungsräume	Flächen und Gebiete in denen mit der Einwirkung von → Naturgefahrenprozessen zu rechnen ist

1 Einleitung

Das vorliegende Anwenderhandbuch dient als Erläuterung zu den Gefahrenhinweiskarten Nationalstrassen Schweiz und ist als Beilage zur Benutzung sowohl der digitalen Daten als auch der gedruckten Karten gedacht. Sämtliche Details zur Erarbeitung der Gefahrenhinweiskarten Nationalstrassen sind im technischen Bericht zur Gefahrenhinweiskarte Nationalstrassen aufgeführt.

1.1 Ausgangslage

Im Hinblick auf das Inkrafttreten des NFA und dem damit verbundenen Übergang der Nationalstrassen von den Kantonen zum Bund wurde vom ASTRA das Projekt Naturgefahren und Nationalstrassen gestartet. Das vorliegende Teilprojekt umfasst die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte für das gesamte Nationalstrassennetz der Schweiz und die Berechnung eines Naturgefahrenindex zur qualitativen Einstufung der Risiken auf den Strassenabschnitten.

2 Die Gefahrenhinweiskarte

Die Gefahrenhinweiskarte Nationalstrassen ist Teil eines stufenweisen Vorgehens zur Erkennung und Bewertung von Naturgefahren im Wirkungsbereich des schweizerischen Nationalstrassennetzes.

Die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte basiert auf folgenden Grundsätzen:

- Über das ganze Bearbeitungsgebiet wurden die Gefahrenprozesse flächendeckend und in vergleichbarer Bearbeitungstiefe beurteilt.
- Für die Ausarbeitung wurden Verfahren und Methoden angewendet, die eine nachvollziehbare und effiziente Ausscheidung von Gefahrengebieten nach einheitlichen Kriterien erlaubten.
- Die verwendeten Simulationsmodelle garantieren eine gute Nachvollziehbarkeit und Transparenz. Dabei bildete das Extremereignis die massgebende Ereignisgrösse. Simulationsmodelle wurden für die Gefahren **Lawinen, Hangmuren, Murgänge, Steinschlag, Übersarung sowie Überflutung durch steile Gerinne** verwendet.
- **Überflutungsflächen durch flache Gerinne**, welche auf Gefahrenhinweisstufe nicht schweizweit vorliegen, wurden aus dem Projekt Aquaprotect [1] übernommen.
- **Permanente Rutschungen**, für welche keine geeigneten Modelle auf Stufe Gefahrenhinweiskarte vorliegen, wurden aufgrund vorhandener Kenntnisse und Grundlagen (Geologische Karten) dargestellt.

Die Gefahrenhinweiskarte Nationalstrassen zeigt

- diejenigen Gebiete respektive diejenigen Strassenabschnitte auf welchen die Naturgefahren: Lawinen, Sturz, Murgang, Hangmuren, permanente Rutschungen, Übersarung sowie Überflutung, eine Gefahr für die Nationalstrasse darstellen können

und liefert

- auf den betroffenen Streckenabschnitten anhand des Naturgefahrenindex die Möglichkeit zur Festlegung von Handlungsprioritäten in der Sicherheitsplanung.

2.1 Aussagekraft und Anwendung der Gefahrenhinweiskarte

Die Gefahrenhinweiskarte gibt **Hinweise** auf eine mögliche Gefährdung, Angaben zu Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit der Prozesse erfolgen jedoch nicht. Dies ist Aufgabe der vertieften Gefahrenbeurteilung. Die Abgrenzung der Gefahrenhinweisgebiete erfolgt mit der Genauigkeit des Massstabs 1:25'000. Lokale Gegebenheiten können nicht in jedem Fall berücksichtigt werden.

Damit ergibt sich eine klare Anwendung der Gefahrenhinweiskarte auf der Stufe Grobplanung:

- Erkennen von Konfliktstellen auf dem Nationalstrassennetz (Verdachtsflächen)
- Festlegen von Prioritäten in der Sicherheitsplanung (Naturgefahrenindex)
- Definieren von Gebieten, wo detaillierte Gefahrenbeurteilungen notwendig sind
- Vorbeurteilung von grösseren Projekten und Bauvorhaben hinsichtlich Gefahrensituation

Damit dienen die Gefahrenhinweiskarten in erster Linie als Grundlage zur Festlegung der prioritären Perimeter für eine vertiefte Analyse der Naturgefahren.

2.2 Grenzen der Gefahrenhinweiskarte

Auf Stufe Gefahrenhinweiskarte werden generell – wie auch im vorliegenden Projekt – bestehende Schutzmassnahmen (Schutzbauten, Warnanlagen, organisatorische Massnahmen, Wald) gegen Lawinen, Rutschungen, Steinschlag, Murgänge und Wassergefahren nicht berücksichtigt. Es wurden lediglich Schutzbauten berücksichtigt, welche sich morphologisch im Geländemodell abzeichnen, das heisst grössere Geländeschüttungen, wie z.B. Schutzwälle, Schutzdämme und ähnliche.

Wälder können einen guten Schutz vor Lawinenanriss, Anriss von Hangmuren und Steinschlag bilden. In den vorliegenden Modellierungen wurde die Schutzwirkung des Waldes in den potenziellen Lawinenanrissgebieten berücksichtigt. D.h. es wurden nur Lawinen aus Anrissgebieten ausserhalb des Waldes dargestellt. Diese Schutzwirkung ist erfahrungsgemäss bewährt und grossflächig. Eine Nichtberücksichtigung dieser Wirkung hat grossflächige Gefahrenggebiete zur Folge, welche in der Realität so nicht vorhanden sind und damit den Nutzwert der Gefahrenhinweiskarte erheblich vermindern. Bei den übrigen Prozessen ist die Waldwirkung mit wesentlich grösseren methodischen und grundlegenden Unsicherheiten behaftet und wurde daher nicht berücksichtigt.

Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Brücken und Galerien, da bei der Verwendung der vorhandenen Datengrundlagen eine zu grosse Unsicherheit bezüglich deren Wirkung im Zusammenhang mit den verschiedenen Gefahrenprozessen besteht.

Als Schutzbauten gegenüber den Prozessen Lawine, Sturz, Hangmure und Wassergefahren berücksichtigt wurden hingegen Tunnel mit einer Länge > 100 m. Im Bereich der Portale wurde ein Pufferbereich von 50 m ab Portal ausgeschieden, in welchem die Gefahrenprozesse eine Gefährdung darstellen können.

Die Berücksichtigung der Schutzmassnahmen muss auf Stufe der detaillierten Gefahrenbeurteilung erfolgen, wo detaillierte Abklärungen bezüglich der Schutzwirkung erforderlich sind.

Die resultierenden Gefahrenhinweisflächen sind daher etwas überzeichnet. Damit wird aber gewährleistet, dass potenzielle Konfliktstellen im Bereich der Nutzung (Risikoverdachtsflächen) erkannt werden.

Auch wenn die Gefahrenhinweiskarte die möglichen Gefahrenbereiche generell eher pessimistisch darstellt, so gibt es auch real vorhandene Gefahrenbereiche die von der Karte nicht erfasst werden. Das bedeutet, dass bei fehlendem Gefahrenhinweis nicht in jedem Falle eine Gefährdung des entsprechenden Strassenabschnitts ausgeschlossen werden kann.

3 Produkte der Gefahrenhinweiskarte

Das Projekt 'Gefahrenhinweiskarten Naturgefahren Nationalstrassen Schweiz' umfasst drei Produkte: den Technischen Bericht, das Anwenderhandbuch und das Kartenwerk.

3.1 Technischer Bericht

Der Technische Bericht wendet sich an das Fachpublikum, das mit der Erstellung, Ergänzung, Nachführung und Verwaltung der Gefahrenhinweiskarten und mit vertieften Risikoanalysen betraut ist. Er beinhaltet im Wesentlichen die Dokumentation der verwendeten Grundlagen und beschreibt nachvollziehbar und transparent das Vorgehen und die angewendete Methodik zur Erstellung der Gefahrenhinweiskarten. Unsicherheiten und Annahmen bei der Bearbeitung werden im Bericht deklariert.

3.2 Anwenderhandbuch

Im Gegensatz zum Technischen Bericht wendet sich das Anwenderhandbuch an den Benutzer der Gefahrenhinweiskarten. Es sind dies die MitarbeiterInnen der Filialen und Gebietseinheiten, welche zukünftig mit den Gefahrenhinweiskarten arbeiten werden.

Das Anwenderhandbuch enthält Angaben zu den verwendeten Grundlagen und Methoden. Es zeigt die Anwendungsmöglichkeiten auf, weist aber auch auf die Grenzen der Anwendbarkeit hin.

3.3 Kartenwerk

Die Gefahrenhinweiskarten werden digital im Basissystem des MISTRA zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich erfolgt deren Darstellung in einem knapp 300 Kartenblätter umfassenden Kartenwerk. Die Gefahrenhinweiskarten sind im Massstab 1:25'000 gedruckt. Entsprechend den Sprachregionen sind die Titelblätter und Legenden der Kartenblätter in deutscher, französischer und italienischer Sprache ausgeführt.

Die Sortierung der einzelnen Kartenblätter richtet sich nach der Bezeichnung der Nationalstrasse (z.B. A2). Die genaue Lokalisierung erfolgt mittels Abschnittsnummer, welche sich aus der Nationalstrassenbezeichnung, dem Unterhaltsabschnitt sowie einer Kilometrierung zusammensetzt. So steht z.B. die Abschnittsnummer „13.24.109“ für die A13, den Unterhaltsabschnitt 24 und den Kilometer 109. Fehlende Angaben wurden mit „xx“ ausgefüllt. Es wurde jedoch sichergestellt, dass trotzdem jedes Kartenblatt über eine eindeutige Nummer verfügt.

Die Kartenausschnitte wurden so definiert, dass die Nationalstrasse zentral dargestellt wird und seitlich ein möglichst grosser Anteil der Prozessräume sichtbar ist.

Die Orientierung in den knapp 300 Kartenblättern ist mittels der Übersichtskarte (Massstab 1:500'000) sichergestellt.

4 Inhalt der Gefahrenhinweiskarte

4.1 Übersichtskarte 1:500'000

Die Übersichtskarte 1:500'000 dient der raschen Orientierung der Kartenblätter 1:25'000. Sie beinhaltet die folgenden Informationsebenen:

- Perimeter inkl. Überdeckungsbereiche der benachbarten Blätter
- Abschnittsnummern
- Zuständigkeitsgebiete der Filialen
- Kantonszugehörigkeit

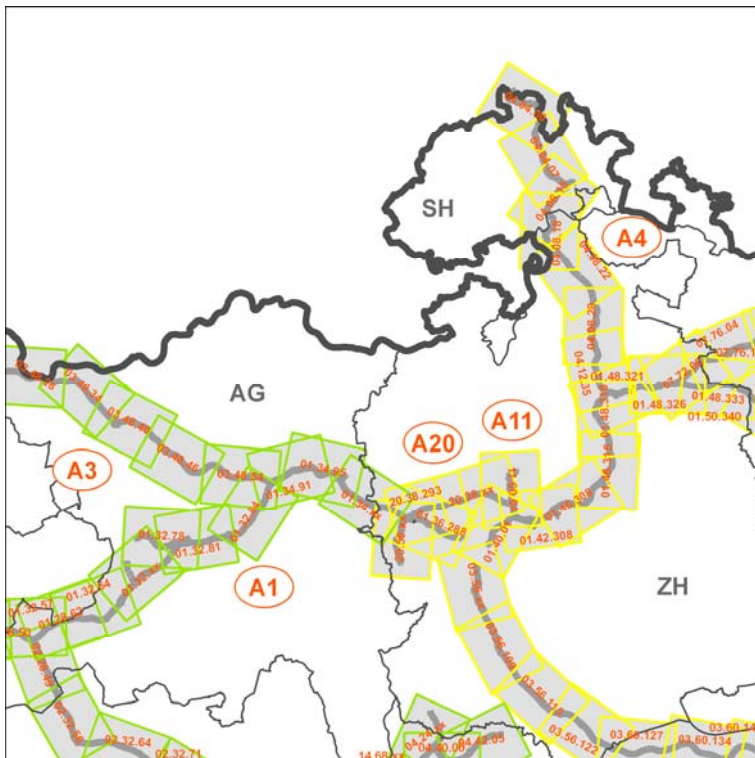


Abbildung 1: Ausschnitt aus der Übersichtskarte mit Darstellung des Projektperimeters (gelb, grün) basierend auf der Blatteinteilung gemäss UHPeri, (gelb: Zuständigkeitsgebiet Filiale 4, grün: Zuständigkeitsgebiet Filiale 3)

4.2 Kartenblätter 1:25'000

Die Kartenblätter 1:25'000 enthalten die wesentlichen Informationen zu den Prozessräumen und zur Risikoeinstufung. Die Karten zeigen folgende Informationsebenen:

- das Schadenpotenzial in Form der Strassenanlagen und Nebenanlagen im Perimeter Schadenpotenzial (Bereich Fahrbahn inkl. Pufferbereich von je 100 m, Tunnelstrecken ohne Pufferbereich)
- die schadenpotentialrelevanten Prozessräume; prozessgetrennt dargestellt im Perimeter Gefahrenpotenzial
- den Naturgefahrenindex

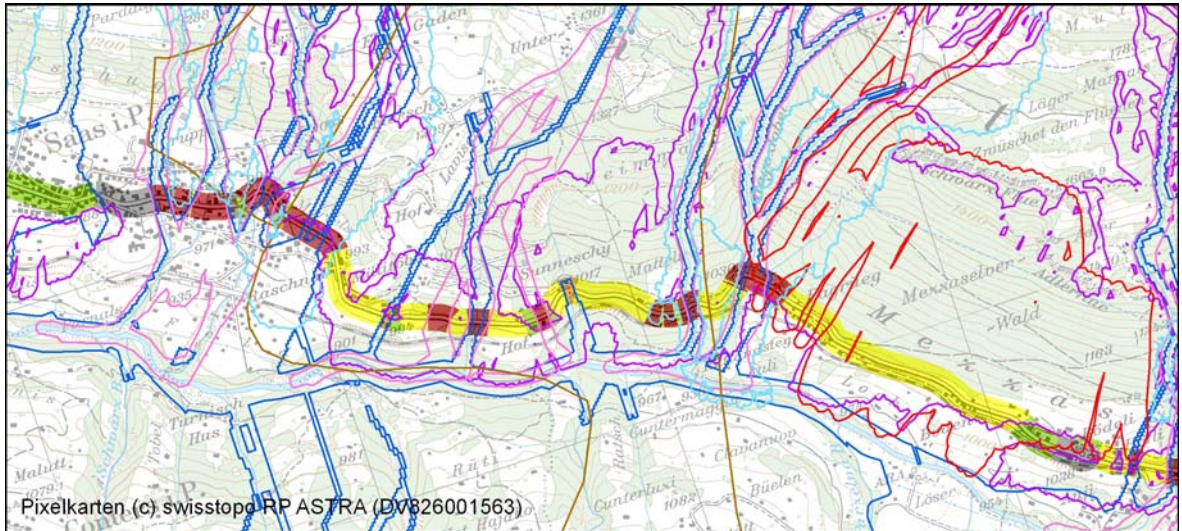


Abbildung 2: Darstellung der Gefahrensituation im Bereich der Nationalstrasse

5 Berücksichtigte Naturgefahrenprozesse

Die Gefahrenhinweiskarten Naturgefahren Nationalstrassen Schweiz berücksichtigen die Gefahrenprozesse: Lawinen, Sturz, Rutschungen (Hangmuren und permanente Rutschungen), Murgänge, Übersarung und Überflutung.

5.1 Lawinen (Fliesslawinen)

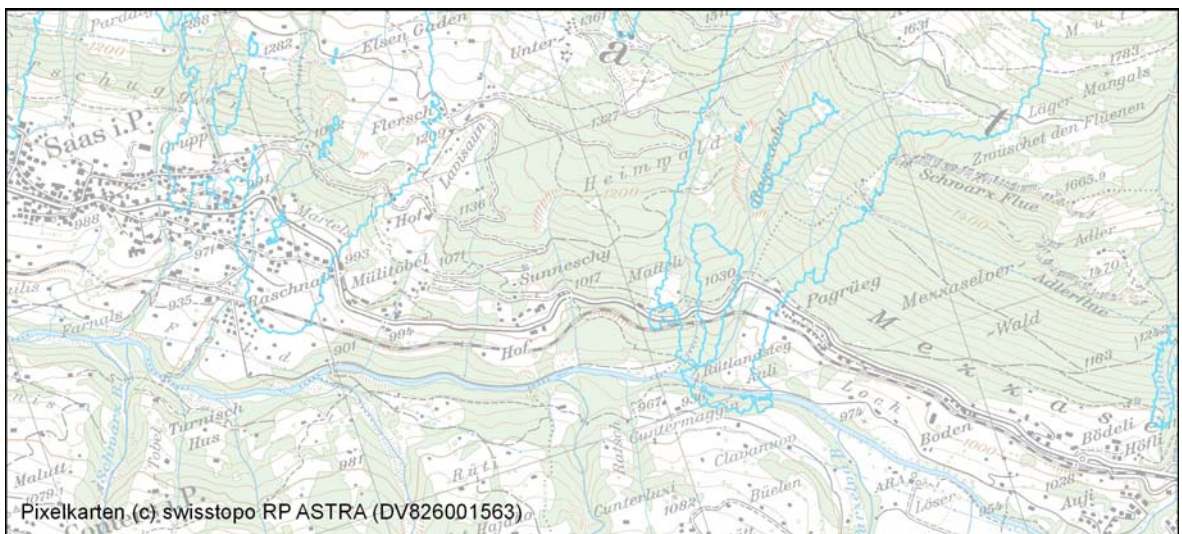


Abbildung 3: Darstellung der Prozessräume Lawinen

Unter Lawinen wird das Abgleiten der Schneedecke und die plötzliche, schnelle Talwärtsbewegung von Schnee als gleitende, fließende oder rollende Masse verstanden. Dabei können beträchtliche Mengen an Fremdmaterial (Steine, Holz, usw.) mobilisiert und bewegt werden. Lawinen stellen aufgrund der hohen Druckwerte in ihrem Wirkungsbereich eine erhebliche Gefährdung von Personen und Sachwerten dar.

Lawinenanrisse sind allgemein in Flächen mit einer Neigung von 28° - 50° und Höhenlagen von über ca. 900m ü. M. möglich. Wald kann je nach Bestandesstruktur im Entstehungsgebiet Lawinenanrisse verhindern und im Transitgebiet bremsend auf Fliesslawinen wirken.

Auf der Karte ausgeschieden sind die Prozessräume von Lawinen mit Anrissgebieten ausserhalb von Wald, welche Schadenpotential betreffen können. Die Lawinenprozessräume umfassen Anriss-, Transit- und Auslaufgebiete.

5.2 Stein-/Blockschlag

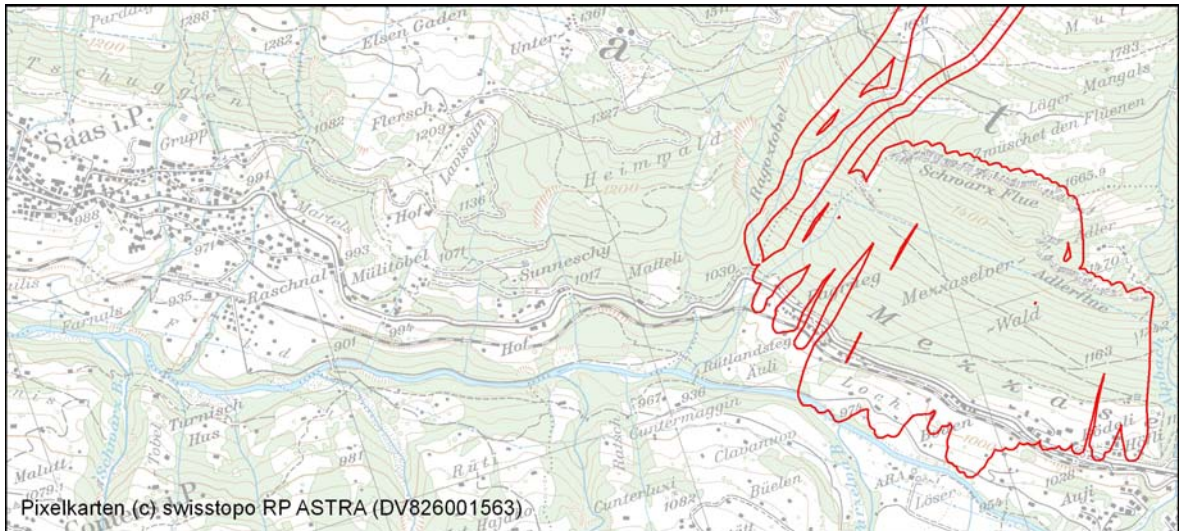


Abbildung 4: Darstellung der Prozessräume Stein- und Blockschlag

Als Sturzprozesse ausgeschieden sind Gebiete, welche durch Stein- und Blockschlag gefährdet sein können. Diese Prozesse sind charakterisiert durch isolierte Sturzbewegungen (Fallen, Springen, Rollen) von Einzelkomponenten von bis zu mehreren Kubikmetern Grösse. Es werden Geschwindigkeiten bis zu 30 m/s erreicht. Bei Hangneigungen unter 30° kommen bewegte Steine und Blöcke im Allgemeinen zum Stillstand. Wald kann die kinetische Energie der Blöcke stark reduzieren.

Auf der Karte ausgeschieden sind die schadenpotenzialrelevanten Prozessräume. Diese umfassen die Start-, Transit und Ablagerungsgebiete, welche durch Stein- oder Blockschläge gefährdet sind und welche bis in den Bereich des Schadenpotenzials gelangen können.

5.3 Murgänge

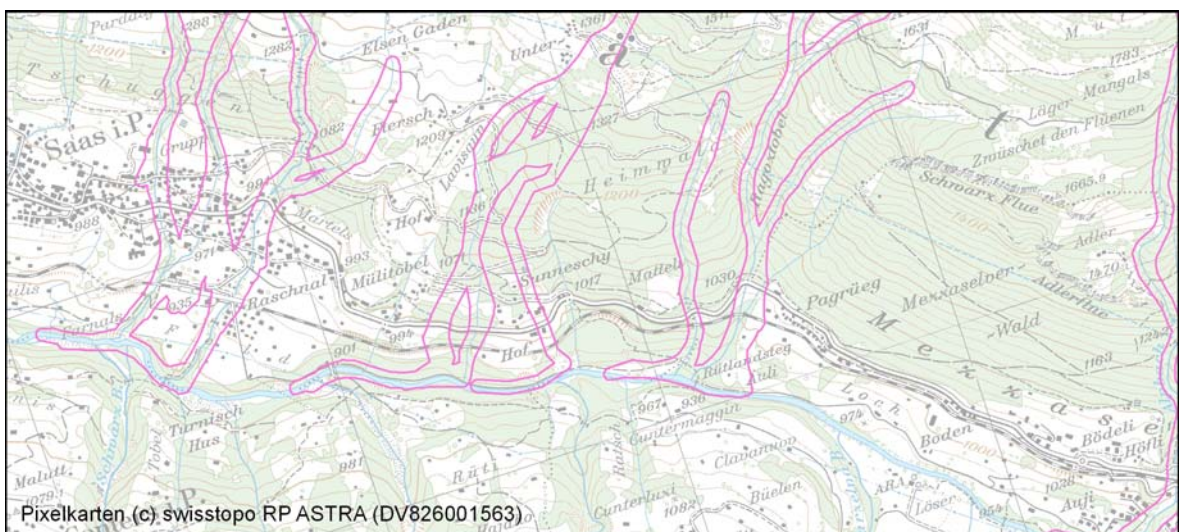


Abbildung 5: Darstellung der Prozessräume Murgänge

Die Hochwassergefahren umfassen ein breites Spektrum verschiedener Prozesse mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen.

Bei **steilen Gewässern** (Wildbächen) spielen neben den reinen Wasserprozessen (Überflutung) vor allem die mit intensiven Feststoffverlagerungen verbundenen Gefahren eine wichtige Rolle.

Als steile Fliessgewässer (Wildbäche) werden oberirdische Gewässer mit zumindest streckenweise grossem Gefälle, rasch und stark wechselndem Abfluss und zeitweise hoher Feststoffführung bezeichnet. Die dabei auftretenden Vorgänge werden mit den Teilprozessen Überflutung, Übersarung und Übermuring beschrieben. Häufig spielen begleitende Prozesse wie das Mitführen von Schwemmholz oder Geschiebeablagerungen eine entscheidende Rolle.

Murgänge sind langsam bis schnell fliessende Gemische von Wasser und Feststoffen mit einem hohen Feststoffanteil von ca. 30% bis 60%. Murgänge gehen häufig in mehreren Schüben nieder und treten in Wildbachgerinnen sowie auf steilen Schutthalden auf. Sie stellen für die Nationalstrassen ein grosses Gefahrenpotenzial dar.

Murganganrisse können sich dort bilden, wo ein minimales Geschiebepotenzial vorhanden ist und die Hangneigung sowie der mögliche Abfluss für die Entstehung von Murgängen ausreichen. Der Wald vermindert die für die Geschiebeaufbereitung und Geschiebelieferung massgebenden Hangprozesse (Rutschungen und Oberflächenerosion) und reduziert dadurch das vorhandene Geschiebepotenzial.

Als Murgangprozesse ausgeschieden sind die Gerinne und Ablagerungsbereiche, in welchen Murgänge auftreten, die das Schadenpotenzial tangieren können. Die Einzugsgebiete, welche für die Entstehung von Murgängen massgebend sind, werden nicht als Prozessräume dargestellt.

5.4 Übersarung und Überflutung

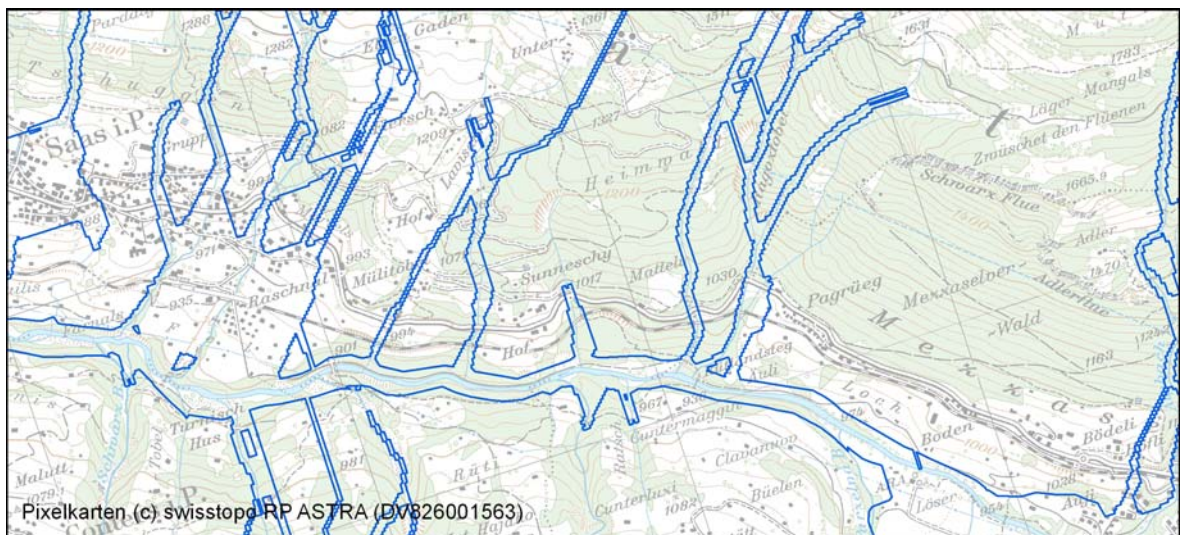


Abbildung 6: Darstellung der Prozessräume Übersarung

Übersarung tritt dort auf, wo Feststoffe (Geschiebe) durch fliessende Wassermassen («fluvialer Geschiebetransport») ausserhalb des Gerinnes, abgelagert werden. Dies tritt meist im Bereich von Schwemmkegeln auf. Die Hauptschadenwirkung ergibt sich aus den mächtigen Ablagerungen von Geröll und Schutt.

Während die steilen Fliessgewässer aufgrund ihrer Lage in den oberen und dadurch kleineren Einzugsgebieten in der Regel eher auf kurze, heftige Gewitter reagieren, sind es bei den Talflüssen eher länger dauernde, ausgedehntere Niederschlagsereignisse, welche Überflutungen und teilweise Übersarungen verursachen.

Überflutungen treten dann auf, wenn das Abflussvermögen eines Gewässers überschritten wird und Wasser über die Ufer austreten kann. Oft spielen begleitende Prozesse wie das Mitführen von Schwemmholz, Geschiebeablagerungen im Gerinne oder Dammbrüche eine entscheidende Rolle. Man unterscheidet zwischen statischer (Kriterium: Wasserpegel) und dynamischer (Kriterium: Produkt von Fliessgeschwindigkeit x Abflusshöhe) Überflutung. Hohe Intensitäten treten auf, wenn im Überflutungsbereich grössere Wassertiefen oder starke Strömungen, oft auch Erosion, möglich sind.

5.5 Hangmuren/spontane Rutschungen

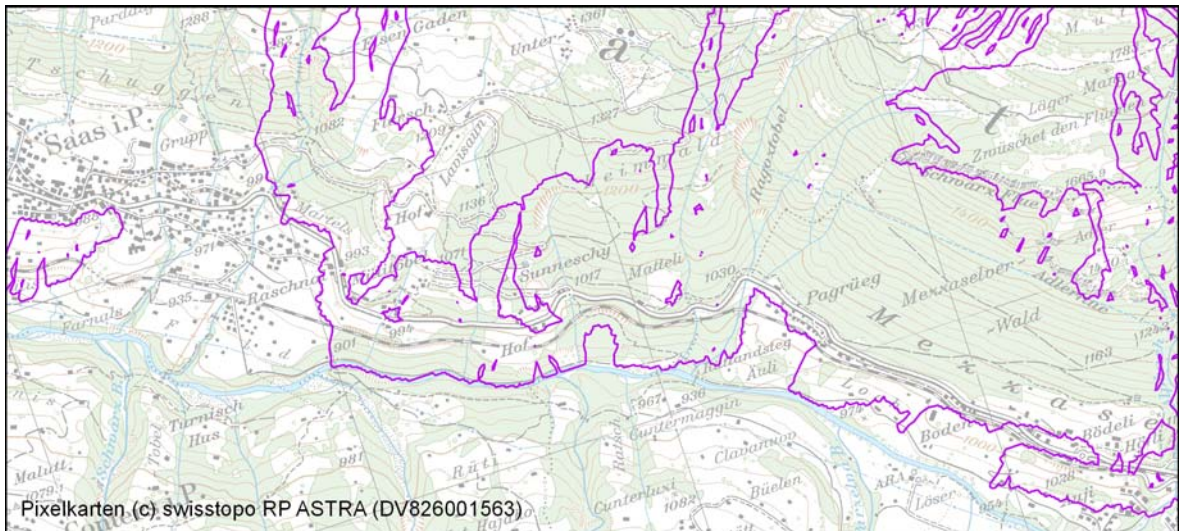


Abbildung 7: Darstellung der Prozessräume Hangmuren/spontane Rutschungen

Hangmuren oder spontane Rutschungen ereignen sich am freien Hang, unabhängig von einem Gerinne. Es sind oberflächlich abfahrende, schnellfliessende Gemische aus Lockergestein (meist nur Boden und Vegetation) und viel Wasser. Der verhältnismässig grosse Wasseranteil hat eine grosse Prozessgeschwindigkeit (1 - 10 m/s) mit entsprechend zerstörender Wirkung zur Folge. Er führt auch dazu, dass die von der Materialverfrachtung betroffene Fläche oft um einen Faktor von 10 bis 100 grösser ist als die oftmals sehr kleine Anrissfläche. Falls eine Hangmure den Weg in ein Gerinne nimmt, kann sie dort zur Entwicklung eines grösseren Murganges beitragen.

Besonders disponiert für Hangmuren sind steile Hänge, die mit gering durchlässigen, erosionsanfälligen Quartärbildungen bedeckt sind. Hangmuren entstehen oft an Stellen mit Quellaustritten oder als Sekundärbildungen von meist flachgründigen Rutschungen. Die Auslösung erfolgt bei Starkniederschlägen, nach langandauernden Regenperioden oder auch bei intensiver Schneeschmelze.

Als schadenpotenzialrelevante Prozessräume ausgeschieden sind die Anriss- Transit und Ablagerungsgebiete von Hangmuren, die das Schadenpotenzial tangieren können.

5.6 Permanente Rutschungen/Sackungen

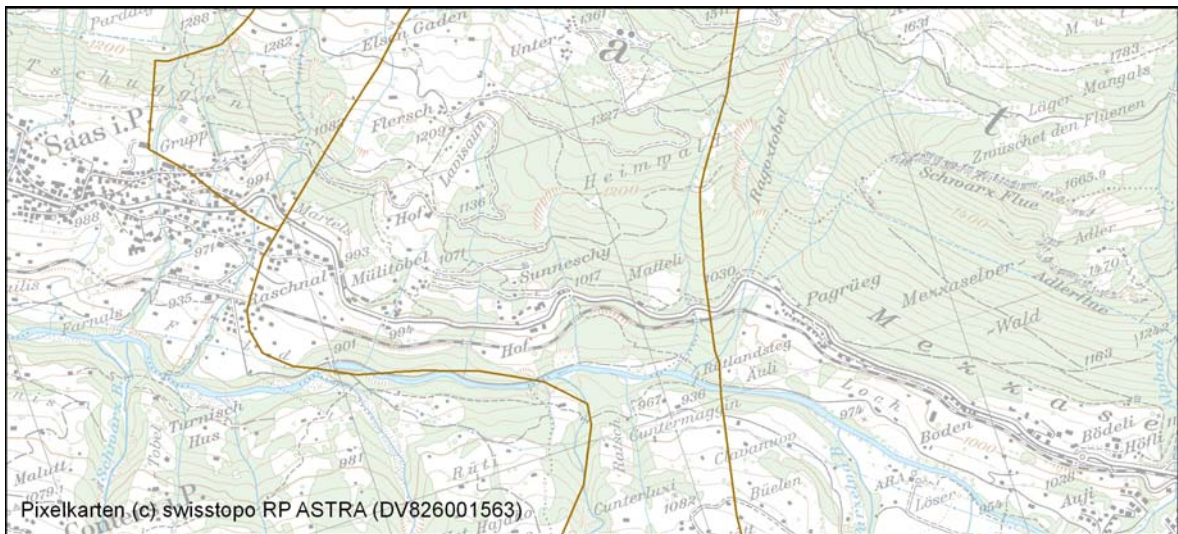


Abbildung 8: Darstellung der Prozessräume Rutschungen/Sackungen

Permanente Rutschungen bestehen aus sich hangabwärts bewegendem Paketen aus Fels- und/oder Lockergestein und treten meist aufgrund eines Scherbruchs auf. Sackungen weisen beim gleichen Mechanismus höhere vertikale Bewegungsbeträge auf. Die von permanenten Rutschungen und Sackungen ausgehende Gefährdung betrifft Sachwerte wie Infrastruktur und Gebäude, wobei die Beschädigung aus Rissbildung und Verkippen besteht.

Im Gegensatz zu spontanen Rutschungen und Hangmuren sind permanente Rutschungen und Sackungen meist langsam ablaufende Prozesse mit grösserem bewegtem Volumen. Es gleiten Schichten oder Schichtpakete auf einer bestehenden Schwächezone ab. Vor allem Gebiete mit Kalk-/Mergelschiefen, Flysch oder metamorphen Schiefen neigen zur Ausbildung von permanenten Rutschungen / Sackungen. Bei Mächtigkeiten von bis zu mehreren Zehnern von Metern kann die flächige Ausdehnung bis mehreren km² erreichen. Die Bewegungsbeträge reichen normalerweise von einigen mm (substabil) bis zu mehreren dm (aktiv) pro Jahr, in seltenen Fällen sind Verschiebungsbeträge von mehreren Metern pro Tag möglich.

Im vorliegenden Projekt wurden die Rutschungen und Sackungen berücksichtigt, welche Schadenpotential betreffen können. Die Ausscheidung der Prozessräume basiert auf der Geologischen Generalkarte und weist entsprechend dem Massstab dieser Karte gewisse Unschärfen auf.

6 Verwendete Grundlagen

Für die Ausscheidung der gefährdeten Nationalstrassenabschnitte und die Berechnung des Naturgefahrenindex wurden die folgenden Daten verwendet, respektive aufbereitet:

Tabelle 1: Zusammenstellung der verwendeten Grundlagen

Thema	Datensatz	Stand	Datenherr
Darstellungsgrundlagen	■ PK25		swisstopo
Gefahrenhinweisprozesse	■ Modul Event aus SilvaProtect CH (prozessspezifische Gefahrenhinweis- flächen)	2006 / 2008	BAFU
	■ Aquaprotect	2008	BAFU
	■ Geologische Generalkarte	2007	swisstopo
Schadenpotenzial	■ Vector25: Strassennetz	2007	swisstopo
	■ Nebenanlagen	2007	ASTRA
	■ Verkehrsdaten (DTV)	2002 - 2006	ASTRA

Die Gefahrenhinweiskarten bilden den Stand der verwendeten Daten ab. Um Änderungen im Schadenpotenzial oder bei der Prozessmodellierung zu berücksichtigen, müssten die Prozessräume neu mit dem Schadenpotenzial überlagert und die Karten neu erstellt werden.

Darstellungsgrundlagen

Als Darstellungsgrundlage wurde die digitale Landeskarte der Schweiz (PK25) im Massstab 1:25'000 verwendet.

Gefahrenhinweisprozesse

Die prozessspezifischen Gefahrenhinweisflächen wurden aus dem Projekt SilvaProtect CH übernommen. Verwendet wurden die Daten aus dem Datensatz des Moduls EVENT, welches im Wesentlichen die Prozessflächen umfasst. Da die Daten in der Regel nur für die Hauptprozesse vorliegen, wurden die Nebenprozesse nicht berücksichtigt.

Schadenpotenzial

Als Schadenpotenzial gelten die eigentliche Nationalstrasse (Strasse, Rampen, Zubringer) sowie die Nebenanlagen (Raststätten, Rastplätze, Parkplätze, Polizeistützpunkte, Zollanlagen, Werkhöfe). Die zugrunde liegenden Datensätze des ASTRA und der swisstopo umfassen Linien-, Polygon- und Punktoobjekte.

Die Strassenachsen wurden aus dem Datensatz des Vector25 entnommen, die Nebenanlagen stammen aus dem ASTRA-Datensatz.

7 Perimeter

Im Projekt wurden drei unterschiedliche Perimeter verwendet:

Tabelle 2: Perimeter

Perimeter	Inhalt
Perimeter Schadenpotenzial	Der Perimeter Schadenpotenzial wird definiert durch das Schadenpotenzial und dessen Umgebung bis zu einem allseitigen Abstand von 100 m (Puffer) um die Strassenachsen und die Nebenanlagen (ausgenommen Tunnelstrecken). Er stellt diejenigen Bereiche dar, in welchen Einwirkungen der Gefahrenprozesse zu erwarten sind. Der Einbezug der näheren Umgebung des Schadenpotenzials dient dazu, auch an das Schadenpotenzial angrenzende Prozessräume zu erfassen, die bei einer vertieften Gefahrenbeurteilung mit beurteilt werden sollten.
Perimeter Gefahrenpotenzial	Der Perimeter Gefahrenpotenzial umfasst sämtliche Prozessflächen welche den Perimeter Schadenpotenzial berühren.
Perimeter Risikoanalyse	Der Perimeter Risikoanalyse stellt denjenigen Perimeter dar, in welchem die Risikoanalyse durchgeführt wurde. Er umfasst den Bereich der Strasse und der Nebenanlagen.

8 Methodisches Vorgehen zur Erstellung der Gefahrenhinweiskarte

Die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte erfolgte in einem mehrstufigen Verfahren und umfasst die folgenden Arbeitsschritte:

- A) Aufbereitung der Gefahrenhinweisbereiche
- B) Ermittlung der schadenpotenzialrelevanten Prozessräume
- C) Ermittlung der gefährdeten Strassenabschnitte und Nebenanlagen
- D) Berechnung des Naturgefahrenindex

8.1 Aufbereitung der Gefahrenhinweisbereiche

Grundlage für die Erstellung der Gefahrenhinweiskarte bildeten die Prozessdaten aus dem Projekt SilvaProtect CH (siehe Kapitel 6). Die im Vektorformat (Trajektorien, Polygone) vorliegenden Datensätze wurden für die weitere Bearbeitung in ein Rasterformat mit 10 m Auflösung überführt. Diese Aufbereitung erfolgte für den Perimeter Gefahrenpotenzial. Dadurch können die Gefahrenprozesse auch ausserhalb des ausgewerteten Perimeters als Prozessumhüllende dargestellt werden.

Zusätzlich wurde eine alle Prozesse umfassende synoptische Gefahrendarstellung gerechnet.

Diese synoptischen Gefahrenhinweisbereiche sind in den digitalen Daten vorhanden. Im Kartenwerk werden sie nicht dargestellt.

8.2 Ermittlung der schadenpotenzialrelevanten Prozessräume

Als schadenpotenzialrelevante Prozessräume werden diejenigen Wirkungsgebiete von Gefahrenprozessen bezeichnet, welche näher als 100 Meter an das Schadenpotenzial (Nationalstrassennetz und Nebenanlagen) heranreichen, respektive dieses treffen.

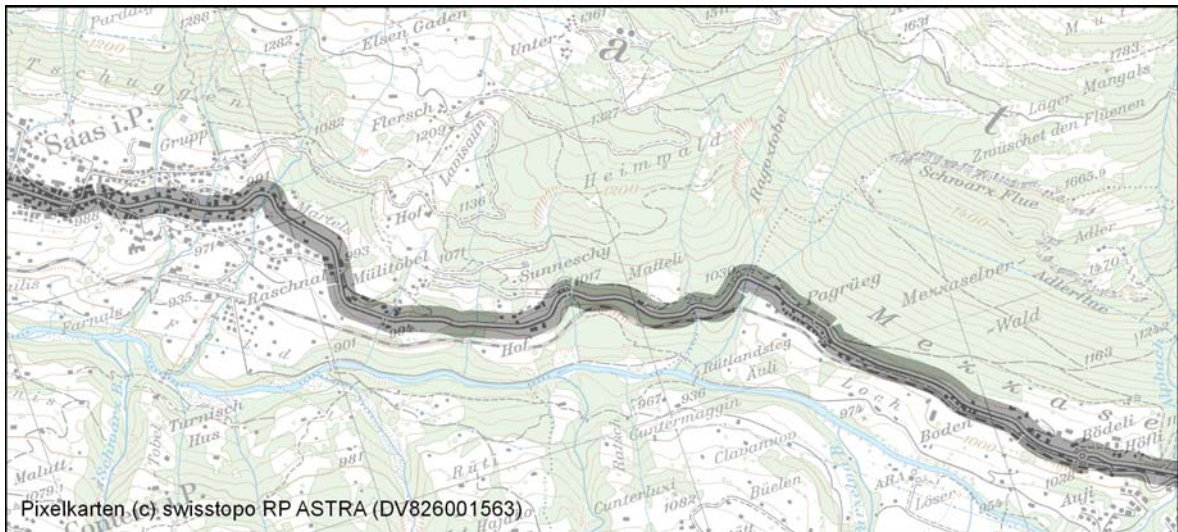


Abbildung 9: Darstellung des Schadenpotenzials Nationalstrasse (grau)

Für die Ermittlung der schadenpotenzialrelevanten Prozessräume wurden die Trajektorien und Flächenobjekte (Polygone) aller Gefahrenprozesse ermittelt, welche den Perimeter Schadenpotenzial erreichen oder vollständig innerhalb des Perimeters Schadenpotenzial liegen. Anschliessend wurden die als Linien (Trajektorien) vorliegenden Geometrieobjekte durch Pufferung in Flächen überführt. Die Murgang- und Sturztrajektorien wurden beidseitig mit 20 m gepuffert, die Hangmurentrajektorien mit 10 m. Die derart aufbereiteten Flächen bilden zusammen mit den bereits als Polygone vorliegenden Prozessflächen für Fliesslawinen und permanente Rutschungen, die schadenpotenzialrelevanten Gefahrenräume.

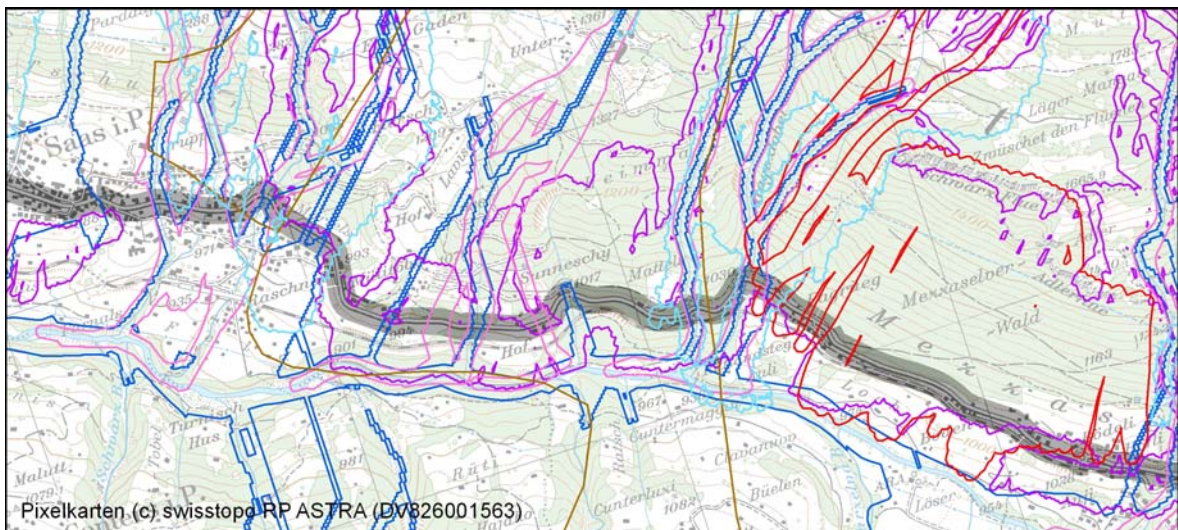


Abbildung 10: Darstellung Schadenpotenzial und Prozessräume .

8.3 Ermittlung der gefährdeten Strassenabschnitte und Nebenanlagen

Als gefährdet gelten diejenigen Strassenabschnitte und Nebenanlagen, welche von schadenpotenzialrelevanten Gefahrenräumen tangiert werden. Zur Ermittlung der gefährdeten Strassenabschnitte wurden die schadenpotenzialrelevanten Gefahrenräume mit den Strassenachsen verschnitten (s. Abbildung 10).

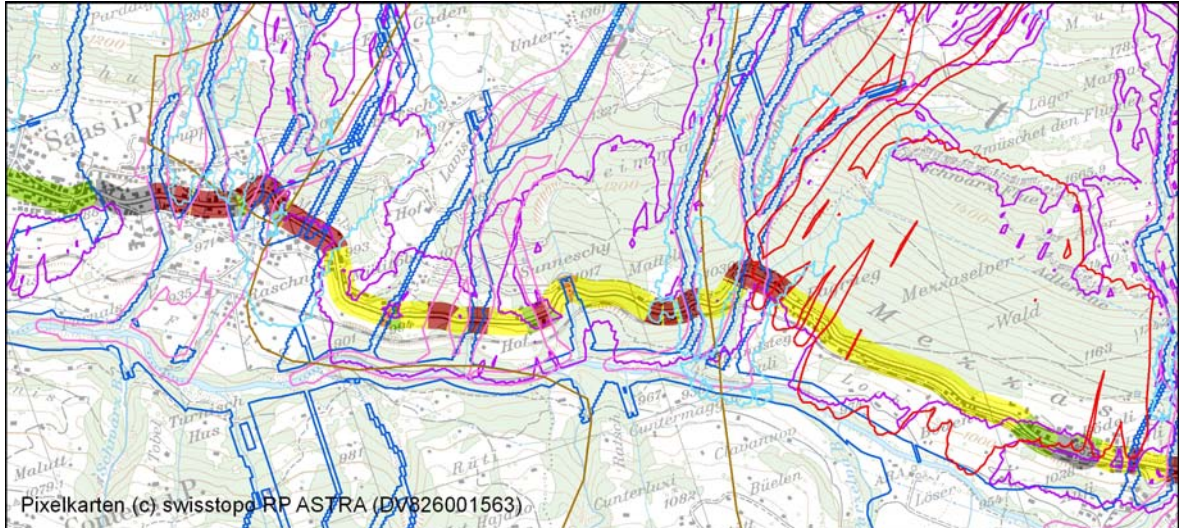


Abbildung 11: Darstellung Schadenpotenzial, Prozessräume und getroffene Strassenabschnitte und Nebenanlagen

8.4 Berechnung des Naturgefahrenindex

Der Naturgefahrenindex zeigt qualitativ die unterschiedlichen Risikostufen entlang der Nationalstrassen (Strassenanlagen). Er stellt eine Verhältniszahl der Risiken für verschiedene Stellen des Schadenpotenzials dar. Um eine möglichst hohe Qualität dieser Verhältniszahl zu erreichen wurde versucht, alle bestimmbaren Elemente der quantitativen Risikoanalyse gemäss BUWAL 1999 mit einzubeziehen. Der Naturgefahrenindex ist in 5 Risikostufen unterteilt. Es handelt sich dabei um ein relatives Mass für das mögliche Risiko.

Für die Nebenanlagen wurde kein Index berechnet. Hier wurde in den Karten lediglich dargestellt, ob diese von einem Gefahrenprozess getroffen werden oder nicht.

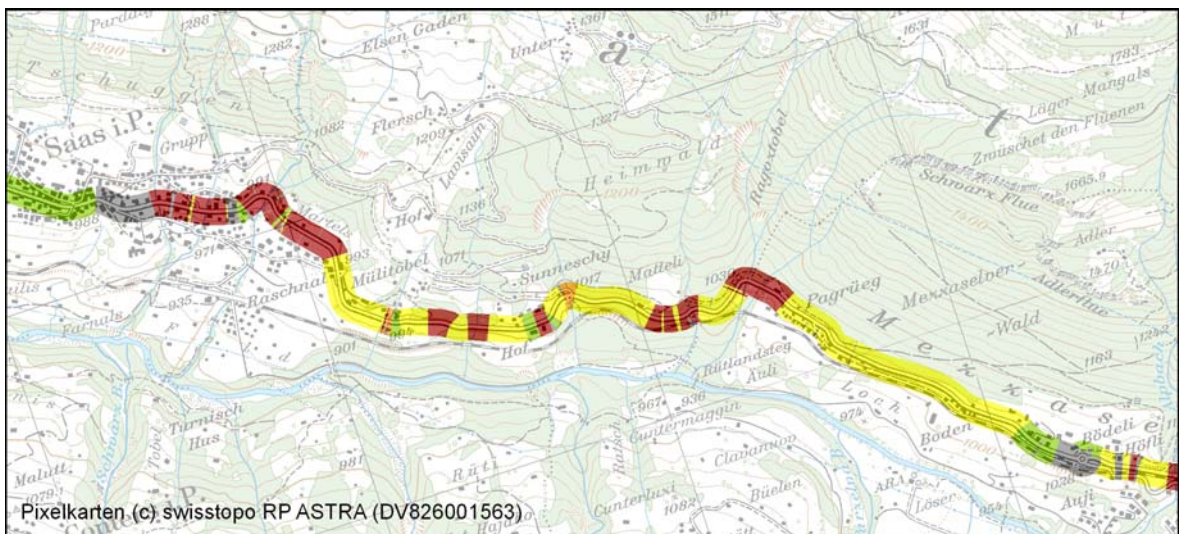


Abbildung 12: Darstellung der Naturgefahrenindices

9 Verwendung der Gefahrenhinweiskarte

Die Gefahrenhinweiskarte Nationalstrassen Schweiz veranschaulicht diejenigen Strassenabschnitte der Nationalstrasse, die durch Lawinen, Steinschlag, Wassergefahren und Rutschungen bei einem Extremereignis betroffen sein können. Die Karten geben einen Hinweis auf eine mögliche Gefährdung und zeigen eine qualitative Einstufung der Risiken auf den einzelnen Strassenabschnitten.

Die abgegrenzten Gefahrenhinweisgebiete weisen aufgrund der zur Verfügung stehenden Grundlagen gewisse Unschärfen auf und können lokale Gegebenheiten nicht in jedem Fall berücksichtigen. Im Gegensatz zur detaillierten Gefahrenbeurteilung weist die Gefahrenhinweiskarte weder auf die Intensität noch auf die Eintretenswahrscheinlichkeit der betrachteten Gefahr hin.

Die auf der Gefahrenhinweiskarte dargestellten Flächen basieren zwar auf realistischen, durch Erfahrung und Beobachtungen abgestützten Modellrechnungen. Gewisse Ungenauigkeiten bestehen jedoch in der Auswertung der topographischen Gegebenheiten.

Bestehende Schutzmassnahmen wurden bei der Bearbeitung grundsätzlich nicht berücksichtigt. Ausnahmen davon sind lediglich Schutzbauten, welche sich morphologisch im Geländemodell abzeichnen (grössere Geländeschüttungen, wie z.B. Schutzwälle, Schutzdämme und ähnliche), Tunnels bei Lawinen, Hangmuren und Wassergefahren und Wald in Anrissgebieten von Lawinen. Dadurch zeigen die ermittelten Prozessräume, welche Gebiete bei ungünstigen Voraussetzungen betroffen sein könnten (Gefahrenhinweis).

Die zusätzlich berechneten Risikoindizes stellen ein relatives Instrument zur Ermittlung von prioritär zu beurteilenden Streckenabschnitten dar.

Aus den erwähnten Gründen muss die Gefahrenhinweiskarte mit entsprechender Sorgfalt und mit dem steten Bewusstsein über ihre Aussagegrenzen eingesetzt werden. Sind genauere Aussagen erforderlich, so ist eine vertiefte Risikoanalyse notwendig.

Bern, 5. Juni 2009

geo7 AG

tur Gmbh