



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

In Zusammenarbeit mit
SBB AG Infrastruktur
Ingenieurbau

Richtlinie

Ausgabe 2007 V2.00

Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien

ASTRA 12 007

ASTRA OFROU USTRA UVIAS

Impressum

Autor(en)/Arbeitsgruppe

Schuler Willi	(ASTRA, Vorsitz)
Frey Rudolf	(Ing. Büro)
Gall Rudolf	(Tiefbauamt Kt. Graubünden)
Jacquemoud Joseph	(Ing. Büro)
Lang Thomas	(SBB AG, Infrastruktur)
Margreth Stefan	(Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, SLF)

Herausgeber

Bundesamt für Strassen ASTRA
Abteilung Strassennetze
Standards, Forschung, Sicherheit
3003 Bern

SBB AG Infrastruktur
Ingenieurbau
Schanzenstrasse 5
3000 Bern 65

Bezugsquelle

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3000 Bern, www.bbl.ch
Art.-Nr.: 806.316.d

Die Richtlinie kann kostenlos von www.astra.admin.ch herunter geladen werden.

Preis (gedruckte Version)

CHF 30.-

© ASTRA 2007

Abdruck - ausser für kommerzielle Nutzung - unter Angabe der Quelle gestattet.

Vorwort

Die vorliegende Richtlinie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strassen und der Division Infrastruktur der SBB AG mit dem Ziel verfasst, die Bauwerksnormen SIA 261 [2003] ff zum Thema Lawineneinwirkungen zu ergänzen.

Die Revision wurde von einer Arbeitsgruppe, bestehend aus Lawinenexperten und Vertretern des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) und der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) erarbeitet. Im revidierten Dokument fanden gleichzeitig die gesicherten Ergebnisse der neuesten Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet Eingang.

Die Richtlinie ersetzt die ursprüngliche Ausgabe „*Einwirkungen auf Lawinenschutzgalerien*“ aus dem Jahre 1994 und wird mit ihrem Erscheinen verbindlich.

Bundesamt für Strassen

Dr. Rudolf Dieterle
Direktor

SBB AG

Markus Barth
Leiter Produkte & Systeme

Vorwort der Erstausgabe von 1994

Die vorliegende Richtlinie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strassenbau und der Baudirektion der GD/SBB verfasst mit dem Ziel, die Norm SIA 160 (1989) zum Thema Lawineneinwirkungen zu ergänzen. Die Richtlinie entspricht der Gliederung und der Denkweise der Norm SIA 160. Sie wird Bestandteil einer ebenfalls gemeinsamen Dokumentation „*Schutzgalerien*“.

Die Arbeitsgruppe bestand aus Mitgliedern der Kommission SIA 160, Vertretern von Kantonen, des ASB und der SBB sowie Lawinenexperten.

Die Richtlinie wird mit ihrem Erscheinen verbindlich.

Bundesamt für Strassenbau

K. Suter
Der Direktor

Baudirektion GD/SBB

P. Winter
Der Direktor

Mitglieder der Arbeitsgruppe

M. Donzel	(ASB, Vorsitz)
A. Burkard	(Ing.Büro)
H. Figi	(Tiefbauamt Kt.GR)
R.P. Frey	(Ing.Büro, AG Galerien)
H. Furrer	(SBB Kreis II)
Ch. Hanimann	(Kt.TI, AG Galerien)
H. Huber	(Kt.UR, AG Galerien)
J. Jacquemoud	(Kt.VS, AG Galerien)
S. Margreth	(Institut für Schnee- und Lawinenforschung)
Ch. Meuli	(ASB, AG Galerien)
E. Stucki	(Ing.Büro)
M. Tschumi	(SBB GD, Brückenbau)

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	2
	Vorwort.....	3
	Vorwort der Erstausgabe von 1994.....	4
1	Einleitung	7
1.1	Geltungsbereich	7
1.2	Zweck	7
1.3	Inkrafttreten und Änderungen	7
2	Verständigung	8
2.1	Lawinenschutzgalerie.....	8
2.2	Natürlich abgelagerte Schneedecke	8
2.3	Fliesslawine.....	8
2.4	Staublawine.....	8
2.5	Abgelagerter Lawinenschnee.....	8
2.6	Normales Ereignis.....	8
2.7	Aussergewöhnliches Ereignis	8
2.8	Schnittstelle	8
2.9	Koordinatensystem	9
2.10	Geometrische Grössen und Ausgangsgrössen an der Schnittstelle (Abb. 2.1)	9
2.11	Ausgangsgrössen am Galeriestandort (Abb. 2.2).....	10
3	Grundsätze.....	11
4	Hinweise zur Projektierung	12
5	Einwirkungen infolge von Schnee und Lawinen	13
6	Tragsicherheit.....	18
7	Gebrauchstauglichkeit	19
8	Ermittlung der Einwirkungen	20
9	Hinweise zum Projektierungsablauf	22
9.1	Bauherr.....	22
9.2	Lawinenexperte	22
9.3	Projektverfasser	22
	Literaturverzeichnis	23
	Auflistung der Änderungen.....	25

1 Einleitung

1.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie ist verbindlich für die Bestimmung der Einwirkungen aus Lawineneignissen auf Lawinenschutzgalerien

- der Bahnlinien der SBB,
- der vom Bund mitfinanzierten Schutzgalerien für Strassen.

Die Richtlinie gilt für die Planung und Erstellung von Neubauten. Bei der Massnahmenplanung im Rahmen der Erhaltung gelten die Grundsätze dieser Richtlinie sinngemäss.

1.2 Zweck

Die Richtlinie ergänzt die Norm SIA 261 bzw. 261/1 in bezug auf Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien. Sie legt das Vorgehen zur Bestimmung der Bemessungskräfte infolge Lawineneinwirkungen fest und vermittelt einheitliche Projektierungsgrundlagen.

Ferner bestimmt sie die Aufgabenteilung der am Projekt Beteiligten.

Hinweise zu Planung, Bau und Unterhalt von Schutzgalerien finden sich in [1].

1.3 Inkrafttreten und Änderungen

Die vorliegende Richtlinie „*Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien*“ tritt am 01.06.2007 in Kraft. Die „*Auflistung der Änderungen*“ ist auf Seite 25 zu finden.

2 Verständigung

2.1 Lawinenschutzgalerie

Sie wird als baulicher Lawinenschutz für Strasse und Bahn eingesetzt. Die Lawinen werden über die Galerie hinweggeleitet oder sie lagern sich auf dem Dach ab, ohne den Verkehr zu beeinträchtigen.

2.2 Natürlich abgelagerte Schneedecke

Sie wird durch Schneefälle gebildet und besteht aus wochen- bis monatealtem Schnee.

2.3 Fliesslawine

Sie besteht aus mehr oder weniger grossen Schollen, die während der Bewegung mit dem Boden in Kontakt bleiben.

Die Dichte einer trockenen Fliesslawine ist mit jener einer natürlichen Schneedecke vergleichbar. Nassschneelawinen fließen langsamer als Trockenschneelawinen, haben aber eine höhere Dichte.

2.4 Staublawine

Sie besteht aus einer aufgewirbelten Schneewolke, die sich stiebend durch die Luft bewegt. Die Dichte ist viel kleiner und die Geschwindigkeit und Fliesshöhe grösser als bei der Fliesslawine.

2.5 Abgelagerter Lawinenschnee

Darunter versteht man die Schneemassen, die nach einem Lawinenabgang auf der Galerie liegen bleiben.

2.6 Normales Ereignis

Darunter versteht man einen Lawinenniedergang, dessen Intensität und Ausmass einer Wiederkehrdauer von 30 Jahren entspricht. Dieses Ereignis wird gemäss SIA 260 als veränderliche Einwirkung behandelt.

2.7 Aussergewöhnliches Ereignis

Darunter versteht man den extrem seltenen (Wiederkehrdauer 300 Jahre) und statistisch schwer erfassbaren Lawinenniedergang mit hoher Intensität und grossem Ausmass. Für das Eintreffen eines solchen Ereignisses ist es notwendig, dass verschiedene voneinander unabhängige Faktoren gleichzeitig auftreten. Dieses Ereignis wird gemäss SIA 260 als aussergewöhnliche Einwirkung behandelt.

2.8 Schnittstelle

An der Schnittstelle (Abb. 2.1) bestimmt der Lawinenexperte die Fliesshöhe und die Geschwindigkeit der Lawine. Diese Angaben werden vom projektierenden Ingenieur für die Bestimmung der Lawineneinwirkungen übernommen. Die Schnittstelle wird bergwärts der Galerie so gewählt, dass die Angaben des Lawinenexperten im ganzen Bereich bis zum Galeriedach Gültigkeit haben, aber auch der Projektverfasser genügend Spielraum besitzt, um die Galerie optimal ins Gelände einzufügen. Erfahrungsgemäss sollte der horizontale Abstand l_A der Schnittstelle zum Galeriedach 100 m nicht überschreiten.

2.9 Koordinatensystem

Die y-Achse zeigt in Fließrichtung der Lawine und ist parallel zur Geländeoberfläche. Die x-Achse steht rechtwinklig zur Geländeoberfläche.

2.10 Geometrische Grössen und Ausgangsgrössen an der Schnittstelle (Abb. 2.1)

l_A	[m]	Horizontaler Abstand der Schnittstelle von der Galerie
d_L	[m]	Fließhöhe der Lawine
v_L	[m/s]	Lawinengeschwindigkeit
α	[°]	Umlenkwinkel
β	[°]	Neigung der Geländeoberfläche im Bereich der Galerie

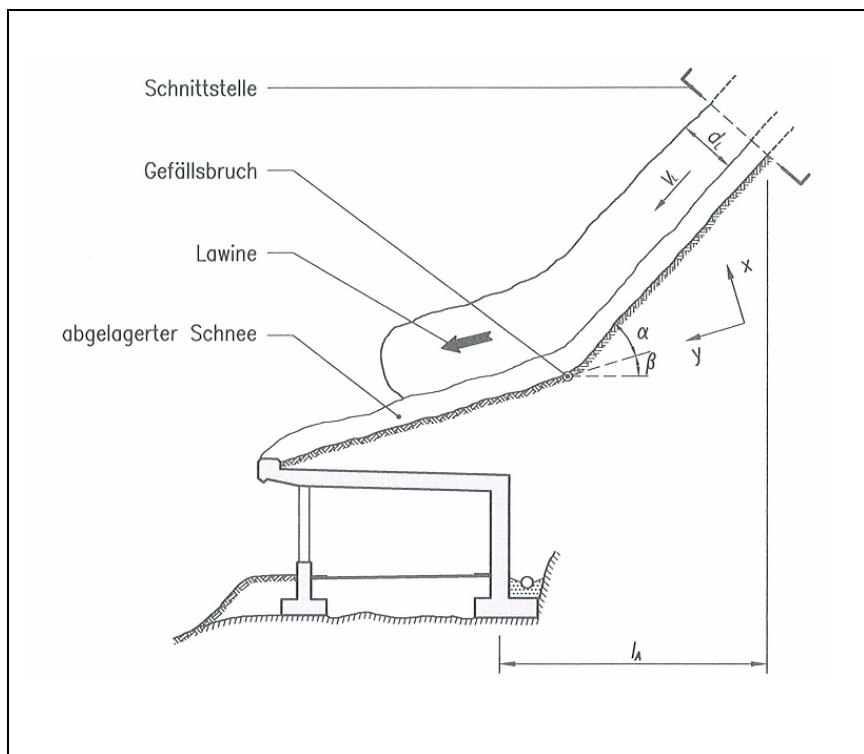


Abb. 2.1 Geometrische Grössen und Ausgangsgrössen an der Schnittstelle bei fließender Lawine.

2.11 Ausgangsgrößen am Galeriestandort (Abb. 2.2)

d_A	[m]	Mächtigkeit der gesamten Schneeablagerung
d_S	[m]	Mächtigkeit der natürlich abgelagerten Schneedecke
b_L	[m]	Fließbreite der Lawine

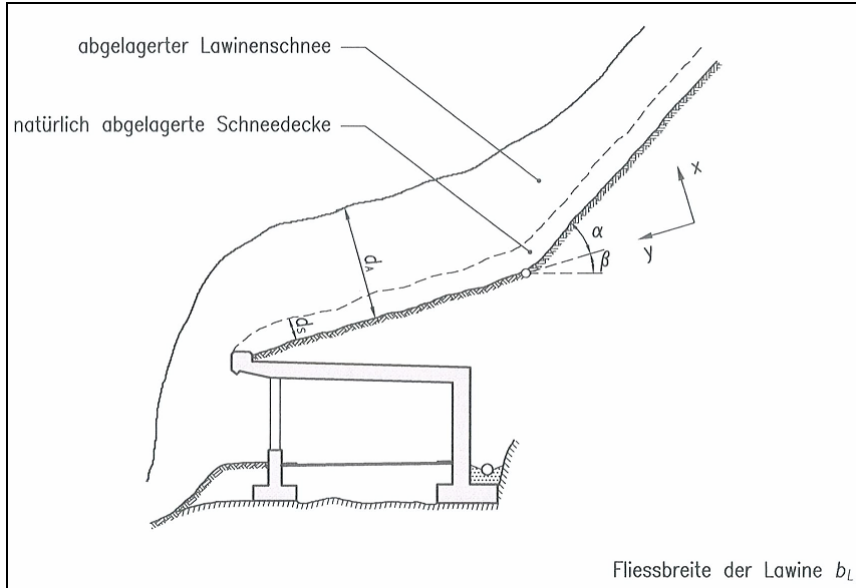


Abb. 2.2 Ausgangsgrößen am Galeriestandort bei Lawinenablagerung.

3 Grundsätze

- 3.1 Das Lawinenereignis ist abhängig von der Topographie, Höhenlage und vom Lokalklima (Schneehöhe, Schneeart, Schneefall-Intensität, Wind, Temperaturverlauf usw.).
- 3.2 Die Ausgangsgrößen sind von einem Lawinenexperten des Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, bzw. von einem anderen ausgewiesenen Lawinenexperten festzulegen.
- 3.3 Für jedes Bauwerk oder jeden einzelnen Bauwerksabschnitt sind die Ausgangsgrößen spezifisch zu bestimmen.
- 3.4 Der Lawinenexperte definiert die Schnittstelle und gibt die Ausgangsgrößen sowohl für das normale als auch für das aussergewöhnliche Lawinenereignis an. Er legt weiter die für die Bestimmung der Einwirkungen zu berücksichtigenden Lawinenarten fest.
- 3.5 Es ist Aufgabe des Bauherrn, aufgrund von Risikoüberlegungen zu entscheiden, ob, bzw. wie weit das aussergewöhnliche Lawinenereignis als Einwirkung zu berücksichtigen ist.
- 3.6 Der Projektverfasser bestimmt die Einwirkungen gemäss Ziff. 8 auf Grund der geometrischen Verhältnisse im Galeriebereich und der Ausgangsgrößen an der Schnittstelle.
- 3.7 Die Ermittlung der Einwirkungen ist für Fließlawinen ausgelegt. Liegt eine Galerie im Einflussbereich anderer Lawinentypen (z.B. Staublawinen oder Lawinen, die große Mengen Holz und Steine mitführen), sind die Einwirkungen auf das Bauwerk vom Lawinenexperten zu bestimmen.

4 Hinweise zur Projektierung

- 4.1 Die Galerie und ihre Überdeckung sind vorzugsweise so anzulegen, dass sich der Gefällsbruch (Umlenkwinkel) in möglichst grossem Abstand bergseits von der Galerie befindet (Distanz mehr als 6-fache Fliesshöhe). Befindet sich die Galerie unmittelbar nach dem Gefällsbruch (Distanz kleiner 1,5-fache Fliesshöhe), treten große Umlenkkräfte auf (vgl. Abb. 8.4).
- 4.2 Die Galerie soll ein möglichst kleines Hindernis bilden, welches die Lawine in ihrem Bewegungsablauf und insbesondere in ihrer Ausbreitung nicht wesentlich beeinflusst (kleiner Umlenkwinkel, kleine Rauigkeiten).
- 4.3 Galerien im Auslaufgebiet von Lawinen können mit grossen Lawinenablagerungen belastet werden.
- 4.4 Die Fliessbreite der Lawine und damit die notwendige Galerielänge kann evtl. mit seitlichen Leitmauern reduziert werden. Der Lawinenfluss darf dadurch aber nicht ungünstig beeinflusst werden (keine Verengung in Fliessrichtung). Die Höhe der Leitmauern resp. der Leitdämme hängt von der Anzahl und Grösse der Lawinnenniedergänge ab. Insbesondere, wenn sich die Galerie im Auslaufgebiet befindet, sind große Ablagerungshöhen möglich. Der Lawinenexperte legt die notwendige Höhe und Position der Leitmauern bzw. Leitdämme fest.
- 4.5 **Ausbildung der Galeriefrontseite**
Je nach der Topographie unterhalb der Galerie und der zu erwartenden Ablagerungshöhe ist eine geschlossene Front vorzusehen, um ein Hereinfließen von Lawinenschnee auszuschliessen.
- 4.6 **Sogkräfte**
Wird eine Galerie von einer Lawine überflossen, können auf die geschlossene Front Sogkräfte auftreten. Diese Kräfte sind zwar im Vergleich zu den Lawinenkräften klein, müssen aber bei der Befestigung und Bemessung von Fassadenelementen berücksichtigt werden.

5 Einwirkungen infolge von Schnee und Lawinen

Im folgenden werden typische Fälle für Einwirkungen infolge von Schnee und Lawinen dargestellt. Im allgemeinen ist einer der Fälle 1 bis 4 massgebend.

Alle Einwirkungen aus sich in Bewegung befindlichem Lawinenschnee, das heisst aus Reibung, Normallasten und Umlenkkräfte sind zusammen entweder Leit- oder Begleit-einwirkung.

Je nach Standort können noch weitere Lawineneinwirkungen massgebend werden. Typische Beispiele dafür sind die Fälle 5 - 8. Der Lawinenexperte bestimmt, in welchen Situationen diese auftreten können und gibt auch die Einwirkungen und die Wiederkehrdauer des Lawinenniederganges an.

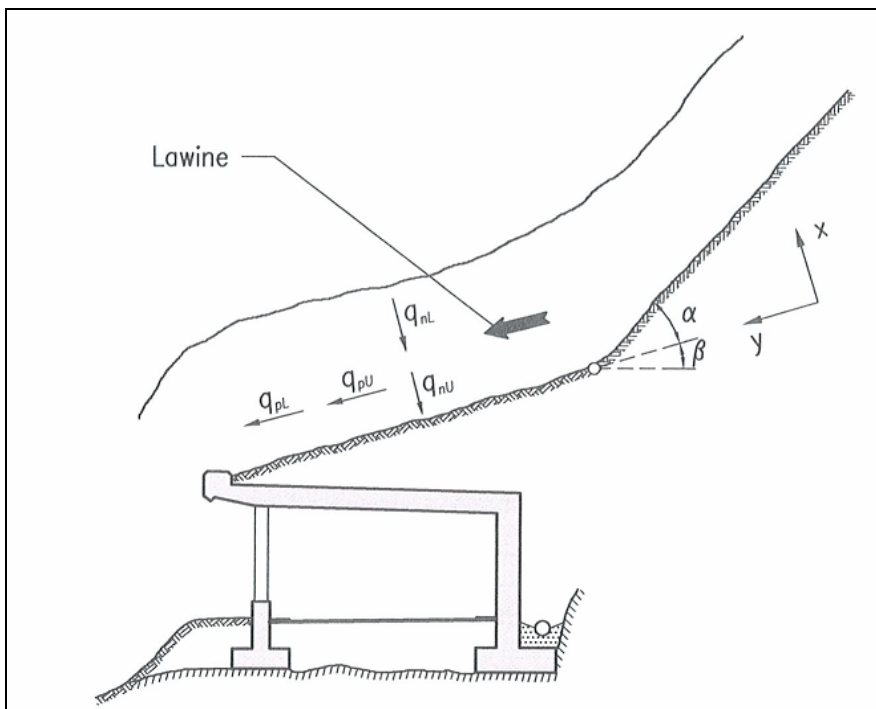


Abb. 5.1 Fall 1, Fließlawine auf schneefreiem Galeriedach.

Die Einwirkung setzt sich aus dem bewegten Lawinenschnee und aus der Umlenkung der Lawine zusammen. Die Reibungskoeffizienten hängen von der Oberflächenbeschaffenheit des Galeriedaches ab.

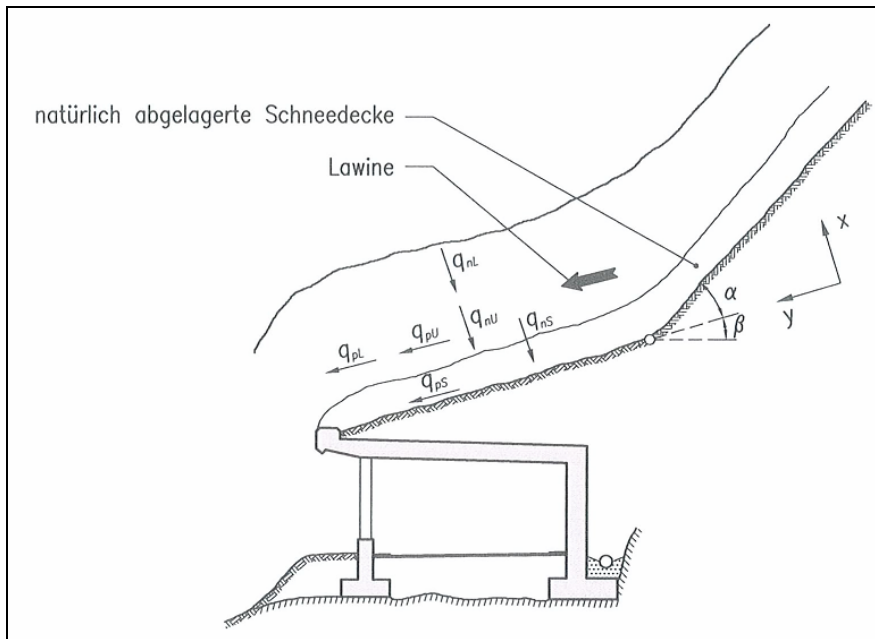


Abb. 5.2 Fall 2, Fliesslawine über schneebedecktem Galeriedach.

Die natürlich abgelagerte Schneedecke kann zu einer Verkleinerung des Umlenkwinkels und dadurch zu einer Reduktion der Umlenkkraft führen. Die Reduktion hat nach Rücksprache mit dem Lawinenexperten zu erfolgen. Die Einwirkungen infolge natürlich abgelagerter Schneedecke und der Fliesslawine sind zusammen entweder Leit- oder Begleitwirkung.

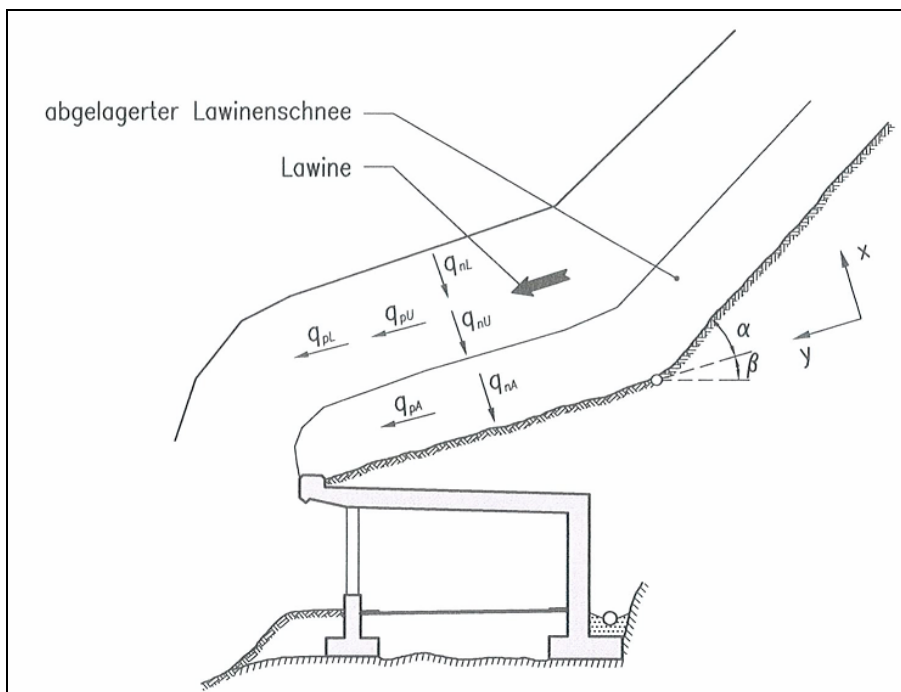


Abb. 5.3 Fall 3, Fliesslawine über abgelagertem Lawinenschnee.

Der abgelagerte Lawinenschnee kann zu einer Verkleinerung des Umlenkwinkels und dadurch zu einer Reduktion der Umlenkkraft führen. Die Reduktion hat nach Rücksprache mit dem Lawinenexperten zu erfolgen. Die Einwirkungen infolge abgelagertem Lawinenschnee und der Fliesslawine können nicht zusammen Leiteinwirkung sein.

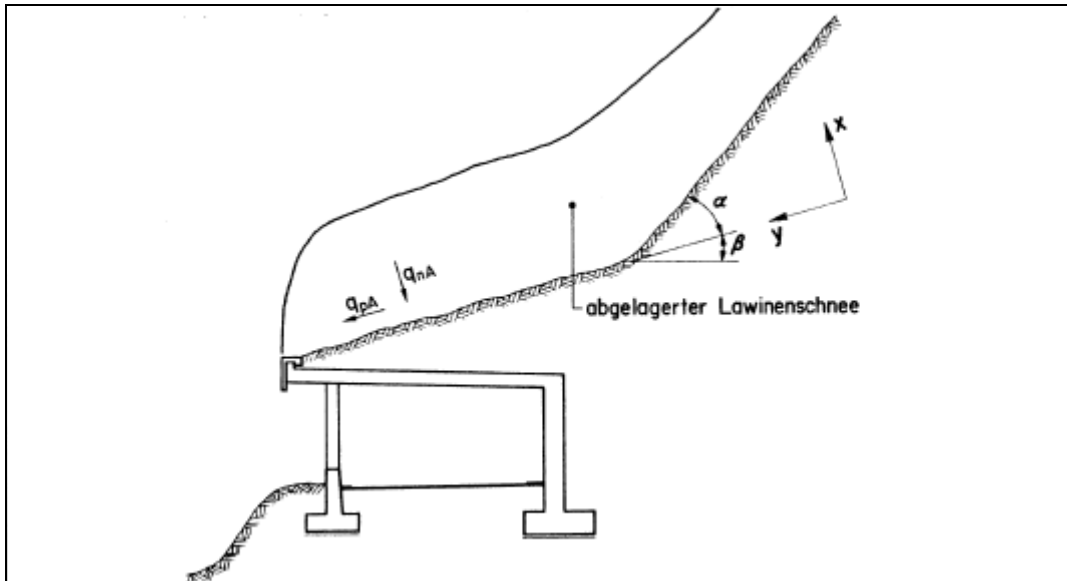


Abb. 5.4 Fall 4, Lawinenablagerung ruhend.

Bei Standorten, wo grosse Lawinenablagerungen möglich sind, ist dieser Fall oft massgebend. Die Höhe der natürlich abgelagerten Schneedecke ist in der gesamten Schneeeablagerung d_A integriert (vgl. Abb. 2.2).

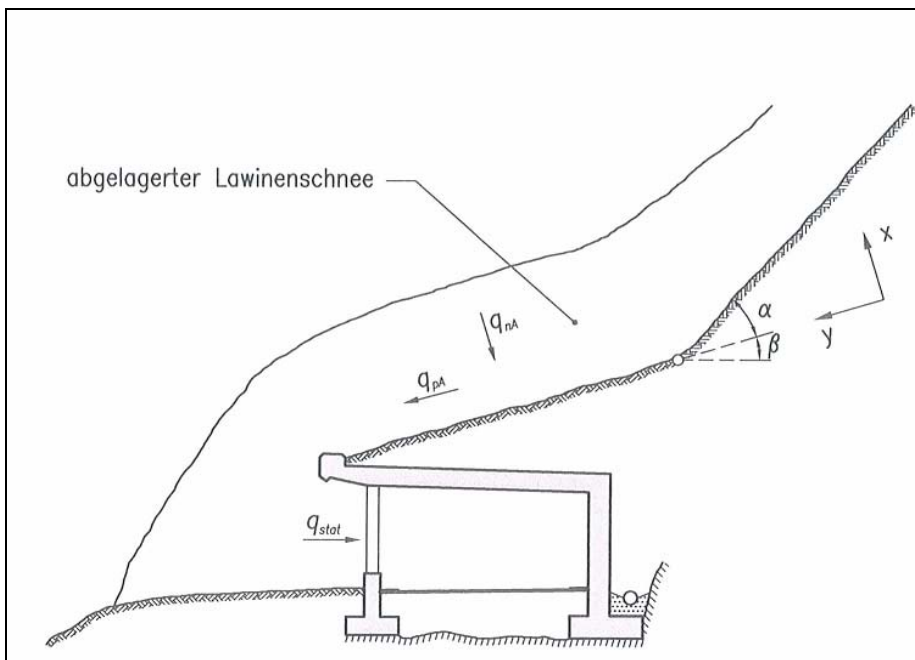


Abb. 5.5 Fall 5, Statischer Schneedruck auf die talseitige Galeriefront.

Wenn die Galerie ganz von Lawinenschnee eingedeckt werden kann, muss der statische Schneedruck q_{stat} auf die talseitige Galeriefront als unabhängige Einwirkung berücksichtigt werden.

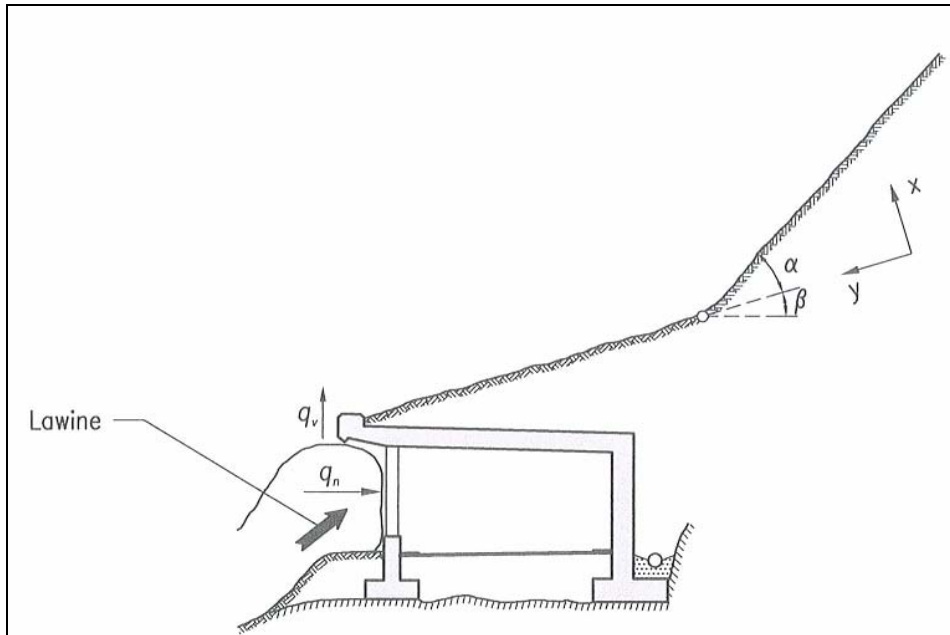


Abb. 5.6 Fall 6, Lawinendrücke auf die talseitige Galeriefassade.

Besteht eine Lawinengefahr aus der gegenüberliegenden Talseite, sind die Lawinendrücke q_n und q_v auf der talseitigen Galeriefassade zu berücksichtigen.

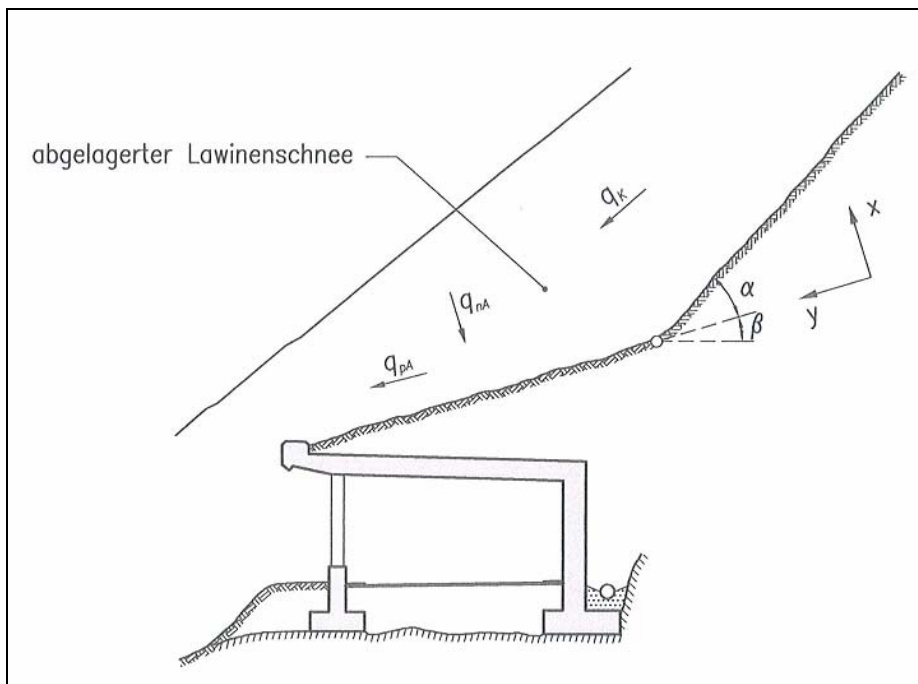


Abb. 5.7 Fall 7, Kriechdrücke auf das Galeriedach.

Bei grossen Lawinenablagerungen und bei grossen Hangneigungen oberhalb der Galerie müssen eventuell noch Kriechdrücke q_k auf das Galeriedach berücksichtigt werden.

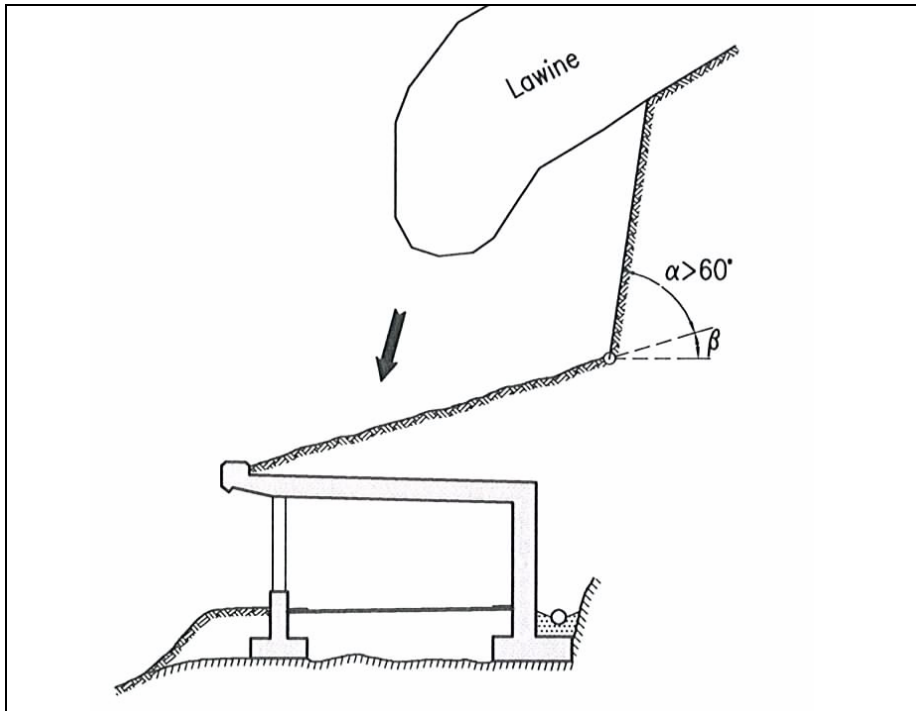


Abb. 5.8 Fall 8, Lawinenaufprall auf Galeriedach.

Im Falle eines Sprungs einer Lawine über eine steile Geländekante auf ein Galeriedach oder bei einem Umlenkwinkel von mehr als 60° können die Umlenkkräfte nicht gemäss der Formel in Abb. 8.3 verwendet werden. Die Einwirkung ist als eigentlicher Lawinenaufprall zu berechnen.

6 Tragsicherheit

Die Einwirkungen aus dem normalen Lawinenereignis können sowohl Leit- als auch Begleiteinwirkung sein.

Das normale Lawinenereignis ist gemäss Norm SIA 260, als allgemeine, veränderliche Einwirkung zu behandeln. Die Erhöhung des Erddruckes ist nur infolge abgelagertem Schnee (natürliche Schneedecke oder abgelagerter Lawinenschnee) zu berücksichtigen. Horizontaldrücke innerhalb des abgelagerten Schnees sind nicht zu berücksichtigen (Ausnahmen: Fall 5 und Fall 7). Die Reduktionsbeiwerte sind in Abb. 6.1 definiert.

Für die Bemessungssituation Fahrzeuganprall müssen nur die quasi-ständigen Begleiteinwirkungen berücksichtigt werden. Bei Galerien, die sowohl dem Lawinen- als auch dem Steinschlagschutz dienen, sind diese beiden Einwirkungen nicht gleichzeitig zu berücksichtigen.

Abb. 6.1 Tabelle Reduktionsbeiwerte für Lawinenschutzgalerien (Richtwerte)

Einwirkungen	ψ_0 (selten)	ψ_1 (häufig)	ψ_2 ²⁾ (quasi-ständig)
Lawineneinwirkungen			
-Fall 1 Fließlawine auf schneefreiem Galeriedach	0,6	0	0
-Fall 2 Fließlawine über schneebedecktem Dach	0,6	0	0
-Fall 3 Fließlawine über abgelagertem Lawinenschnee	0,6	0	0
-Fall 4 Lawinenablagerung ruhend	0,8	0,5	0,2
-Fall 5 Stat. Schneedruck auf talseitige Galeriefront	0,6	0,2	0
-Fall 6 Lawinendrucke auf die talseitige Galeriefront	0,6	0	0
-Fall 7 Kriechdrücke auf das Galeriedach	0,6	0,2	0
-Fall 8 Lawinenaufprall auf Galeriedach	0,6	0	0
Natürlich abgelagerter Schnee	$1 - 60/h$ ¹⁾	$1 - 250/h$ ¹⁾	$1 - 1000/h$ ¹⁾
Einwirkungen aus dem Baugrund			
-Erddruck	0,7	0,7	0,7
-Wasserdruck	0,7	0,7	0,7

¹⁾ Werte nicht negativ, Meereshöhe h in m.

²⁾ Mittelwert über einige Winterperioden

7 Gebrauchstauglichkeit

Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit sind in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten. Ausser den eigentlichen Lawineneinwirkungen sind auch winterspezifische Einwirkungen wie Eiszapfen, Glatteis, Schmelzwasser, salzhaltiges Schmelzwasser und Sprühnebel, Rückfliessen von Lawinen usw. zu berücksichtigen.

Die Richtwerte für zulässige Verformungen sind aus Abb. 7.1 zu entnehmen. Die Reduktionsbeiwerte ψ sind aus Abb. 6.1 zu entnehmen.

Abb. 7.1 Tabelle Richtwerte für zulässige Verformungen von Lawinenschutzgalerien

Grenz Zustand	Folgen der Auswirkungen		
	irreversibel	reversibel	reversibel
	Lastfall		
	selten	häufig	quasi-ständig
Funktionsstüchtigkeit - Durchbiegungen von Decken und Balken - horizontale Auslenkung von Wänden und Stützen		3)	$w < l / 300$ ^{1), 2)} $u < h / 200$ ²⁾

¹⁾ Durchbiegung nach Abzug einer allfälligen Überhöhung.

²⁾ Verformungen infolge der Einwirkungen und Langzeiteinwirkungen. Langzeitwirkungen aus Schwinden, Relaxation oder Kriechen sind zu berücksichtigen.

³⁾ Wenn Einbauten besonders empfindlich auf Verformungen des Tragwerks reagieren, sind neben oder anstelle von bemessungstechnischen vor allem auch konstruktive Massnahmen gegen Beschädigungen vorzusehen.

Die Durchbiegungen sind gemäss den Normen SIA 262 bis 266 zu bestimmen.

Abweichende Grenzwerte für Durchbiegungen können in der Nutzungsvereinbarung vereinbart und müssen in der Projektbasis festgehalten werden. Insbesondere für sogenannt sekundäre Bauteile können reduzierte Anforderungen gelten.

8 Ermittlung der Einwirkungen

- 8.1 Allgemeine Richtwerte der mittleren Raumlasten γ (charakteristische Werte) für verschiedene Schneearten sind in Abb. 8.1 aufgeführt. Die Raumlasten von Schnee sind Spezialfällen anzupassen (z.B. Schnee mit einem grossen Anteil von Holz oder Steinen) [1], [2].

Abb. 8.1 Tabelle Mittlere Raumlasten des Schnees (Richtwerte)

Schneeart	Raumlast γ [kN/m ³]
Fliessende Lawine (trocken)	$g_L = 3,0$
Fliessende Lawine (nass)	$g_L = 4,5$
Natürlich abgelagerte Schneedecke	$g_S = 4,0$
Abgelagerter Lawinenschnee	$g_A = 5,0$

- 8.2 In Abb. 8.2 sind Richtwerte (charakteristische Werte) für die Reibungskoeffizienten von verschiedenen Gleitflächen angegeben.

Abb. 8.2 Tabelle Mittlere Reibungskoeffizienten (Richtwerte)

Gleitfläche	Reibungskoeffizient μ für verschiedene Schneearten	
	Trocken	Nass
Fliessende Lawine auf Schneedecke	0,20	0,35
Fliessende Lawine auf glatter Oberfläche (z.B. Beton, Gras)	0,25	0,45
Fliessende Lawine auf grober Oberfläche (z.B. Blockschutt)	0,35	0,55

- 8.3 Die folgenden Grössen am Galeriestandort werden vom Projektverfasser bestimmt (Abb. 8.4):

l_U	[m]	Gesamtlänge der Umlenkstrecke gem. Abb. 8.4
α	[°]	Umlenkwinkel
β	[°]	Neigung der Geländeoberfläche im Bereich der Galerie

- 8.4 In Abb. 8.3 sind die Formeln für die Berechnung der verschiedenen Einwirkungen der Fälle 1 bis 4 auf ein Galeriedach aufgeführt. Die Einwirkungen werden senkrecht und parallel zur Geländeoberfläche bestimmt. Sie bestehen im wesentlichen aus dem Gewicht des abgelagerten Schnees und der bewegten Lawinenlast, der Umlenkkraft und der Reibung, welche die bewegten Lasten auf das Galeriedach ausüben. Die Verteilung der Umlenkkraft ist Abb. 8.4 zu entnehmen.

Abb. 8.3 Tabelle Formeln zur Berechnung der charakteristischen Werte

Einwirkung	Rechtwinklig zur Geländeoberfläche	Parallel zur Geländeoberfläche	
Natürlich abgelagerte Schneedecke	$q_{nS} = \gamma \cdot d_S \cdot \cos\beta$	$q_{pS} = q_{nS} \cdot \tan\beta$	[kN/m ²]
Abgelagerter Lawinenschnee	$q_{nA} = \gamma \cdot d_A \cdot \cos\beta$	$q_{pA} = q_{nA} \cdot \tan\beta$	[kN/m ²]
Fliessende Lawine	$q_{nL} = \gamma \cdot d_L \cdot \cos\beta$	$q_{pL} = \mu \cdot q_{nL}$	[kN/m ²]
Umlenkkraft (vgl. Abb. 8.4)	$q_{nU} = \frac{\gamma \cdot d_L \cdot v_L^2 \cdot \sin\alpha}{6 \cdot d_L \cdot g}$ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$	$q_{pU} = \mu \cdot q_{nU}$	[kN/m ²]

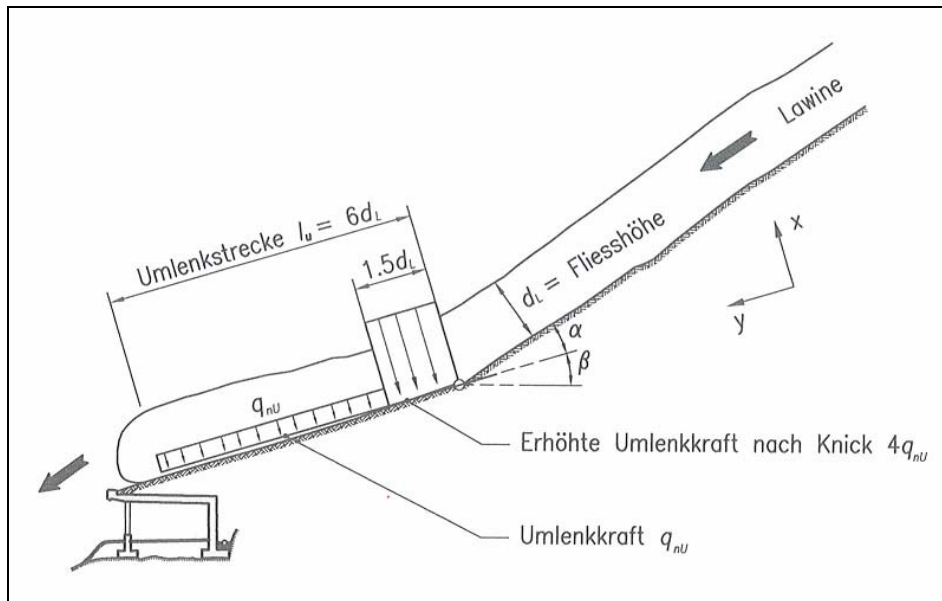


Abb. 8.4 Umlenkstrecke und Verteilung der Umlenkraft.

9 Hinweise zum Projektierungsablauf

9.1 Bauherr

Der Bauherr definiert die Schutzziele.

9.2 Lawinenexperte

Der Lawinenexperte bestimmt die generellen Gefahrensituationen infolge Lawinenniedergängen im Bereiche der Galerie sowohl für das normale wie für das aussergewöhnliche Lawinenereignis und macht Angaben zu speziellen Verhältnissen. Er legt weiter die zu berücksichtigenden Einwirkungsfälle fest, bestimmt die massgebende Lawinen- und Schneearart und definiert die Position der Schnittstelle.

Er benötigt dazu folgende Unterlagen:

- Situation 1:10'000
- Galerie- und Geländegeometrie (Vorprojekt)
- Lawinenkataster

Bei grösseren Änderungen der definitiven Galerie- und Geländegeometrie im Vergleich zum Vorprojekt sind die angegebenen Werte vom Lawinenexperten zu überprüfen.

9.3 Projektverfasser

Der Projektverfasser

- berechnet die Einwirkungen der Lawinenereignisse auf die Galerie aufgrund der Angaben des Lawinenexperten,
- ergänzt die Gefährdungsbilder mit den übrigen Einwirkungen,
- bestimmt die definitive Galerie- und Geländegeometrie,
- führt die Bemessung auf Tragsicherheit durch und weist die Gebrauchstauglichkeit nach.

Literaturverzeichnis

-
- [1] ASTRA/SBB (20.07.1998), Dokumentation: „**Planung, Bau und Unterhalt von Schutzgalerien gegen Steinschlag- und Lawineneinwirkungen - Ausgabe 1998**“.
-
- [2] Platzer K., Margreth S. (März 2007), „**Experimentelle Untersuchung der Lawinenkräfte auf Galeriedächer**“, Bundesamt für Strassen, *Forschungsauftrag AGB 1997/068 und 2001/480, Bericht VSS Nr. 613*.
-

Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
1994	1.00	1994	Inkrafttreten.
2007	2.00	01.06.2007	Anpassungen an Norm SIA 261. Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse (Einwirkungen).

