



wasser/schnee/lawinen

Ingenieurbüro André Burkard AG



H11 Sustenstrasse: Wintersichere Notstrasse Husen – Meiendörfli

**Risikoanalyse und Beurteilung der
Kostenwirksamkeit des „Projekts 1986“**

Nachtrag:

**Kostenwirksamkeit unter Berücksichtigung
der Verlängerung des Arnitunnels von 300 m
auf 350 m im Interesse eines 100-prozentigen
Schutzes vor der Arni-Lau**

Auftraggeber:
Amt für Tiefbau
Klausenstrasse 2
6460 Altdorf

ing@wasserschneelawinen.ch
www.wasserschneelawinen.ch

Sebastiansplatz 1 Tel. 027 924 54 23
CH-3900 Brig-Glis Fax 027 924 38 94

Risikoreduktion und Kostenwirksamkeit

Die Risikoreduktion durch die Lawinentunnel wird aufgrund ihrer Wirkung W abgeschätzt. Dafür wurde die geplante Tunnellänge mit der maximalen Verschüttungsbreite des Lawinenkatasters verglichen. Im Lawinenzug Nr. 24 Arni-Lauí ist von den total neun Ereignissen ein Ereignis dokumentiert, welches mit 350 m Verschüttungsbreite grösser war als der 1986 geplante Tunnel, weshalb die Wirkung auf 89 % reduziert wurde. Wird der Arnitunnel um 50 m verlängert, ist der Schutz gegen die Arni-Lauí 100 %. Das Risiko mit den Massnahmen ergibt sich aus $R_{1, tM} = R_{0, tM} \cdot (1 - W)$.

Die Kostenwirksamkeit der Massnahmen wurde anhand des Nutzen-Kosten-Verhältnisses beurteilt. Als Nutzen werden die erzielte Risikoreduktion sowie die Erhöhung der Verfügbarkeit betrachtet. Die jährlichen Kosten wurden basierend auf den Investitionskosten I_0 aus [7] unter Berücksichtigung von Richtwerten¹ für Unterhalt und Betrieb gemäss [5] hergeleitet.

Nutzen-Kosten-Verhältnis Lawinenschutzunnel

Lawinenzüge		Massnahme	Wirksamkeit	jährliche Kosten	Risiko mit Massnahme		Nutzen			N-K-V
Nr.	Name		W	K_j	$R_{1, tM}$	$r_{1, tM}$	$R_{v, tM}$	N_{Ver}	N_{Tot}	N-K-V
			[%]	[SFr./Jahr]	[Tf/Jahr]	[1/Jahr]	[SFr./Jahr]	[SFr./Jahr]	[SFr./Jahr]	[-]
Nr. 24	Arnilauí	Tunnel, 350m	100%	315'875	0.00000	0.00E+00	706	35'200	35'906	0.1137
Nr. 25	Leweren-Lauí	Tunnel, 300m	100%	267'000	0.00000	0.00E+00	1'449	35'200	36'649	0.1373
Nr. 26	Rohrtal-Lauí	Tunnel, 200m	100%	178'000	0.00000	0.00E+00	2'902	35'200	38'102	0.2141
Nr. 27	Huserhalten-Lauí	-	0	0	0.00027	2.38E-06	0	-	-	-
Nr. 28	Husertal-Lauí	-	0	0	0.00000	0.00E+00	0	-	-	-
Total 5 Lawinenzüge			$\Sigma =$	760'875	0.00027	2.38E-06	5'056	105'600	110'656	0.1454

Tabelle 2: Tunnel Arni 350 m (anstatt 300 m)

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis reduziert sich von 0.1553 (Tabelle 2 im Kurzbericht) auf 0.1454. Das individuelle Todesfallrisiko wird gerade nicht verletzt.

¹ Jährliche Betriebskosten = 0.5 % von I_0 , jährliche Unterhalts- und Reparaturkosten 2 % von I_0 , Lebensdauer Bauwerk = 80 Jahre, Zinssatz = 2 %

[7] Projekta AG: Wintersichere Verbindung Husen-Meiendörfli, Studie, Techn. Bericht mit Kostenschätzung, 1986, Altdorf

[5] Wilhelm, Chr. (1999): Kosten-Wirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrswegen. Vorgehen, Beispiele und Grundlagen der Projektevaluation. Vollzug Umwelt, Praxishilfe, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, 1999.

Parameter

R_0	[Tf./Jahr]	kollektives Ausgangsrisiko
r_0	[1/Jahr]	individuelles Ausgangsrisiko
$R_{0,tM}$	[Tf./Jahr]	kollektives Risiko mit temporären Massnahmen (Strassensperre)
$r_{0,tM}$	[1/Jahr]	individuelles Risiko mit temporären Massnahmen (Strassensperre)
$R_{1,tM}$	[Tf./Jahr]	kollektives Risiko nach Massnahmen (Tunnel + Strassensperre)
$r_{1,tM}$	[1/Jahr]	individuelles Risiko nach Massnahmen (Tunnel + Strassensperre)
N_R	[SFr./Jahr]	Nutzen aus Risikoreduktion
N_{Ver}	[SFr./Jahr]	Nutzen durch Erhöhung der Verfügbarkeit
N_{tot}	[SFr./Jahr]	totaler Nutzen
T	[Jahre]	mittlere Verschüttungshäufigkeit von Lawinen gemäss Kataster
g	[km]	mittlere Verschüttungsbreite gemäss Kataster
λ	[-]	Letalität von Personen in Fahrzeugen
β	[Pers./Fz]	durchschnittliche Personenbelegung
DTV	[Fz./Tag]	durchschnittlicher täglicher Verkehr (Winter)
z	[Anz./Tag]	Anzahl Fahrten eines Pendlers
v	[km/h]	mittlere Fahrgeschwindigkeit
tM	[%]	Wirksamkeit der temporären Massnahmen (Strassensperre)
W	[%]	Wirksamkeit der Massnahme (Lawinentunnel)
I_0	[SFr.]	Investitionskosten der Massnahme
K_j	[SFr./Jahr]	jährliche Kosten der Massnahme