

Einwirkungsgrössen und Massnahmenplanung

Zentrale Fragestellungen

Thomas Egli, Dr. Ing. ETH

www.naturgefahr.ch

Naturgefahren Risikomanagement Schutzkonzepte

Inhalt

- 1. Grundlagen der Bemessung
- Informationen ausgehend von Abklärungen im Rahmen der Erstellung von Gefahrenkarten
- 3. Umgang mit fehlenden Informationen und Unsicherheiten
- 4. Zentrale Fragestellungen im Rahmen der Bemessung
- 5. Empfehlung für erweiterte Abklärungen im Rahmen der Massnahmenplanung
- 6. Fazit



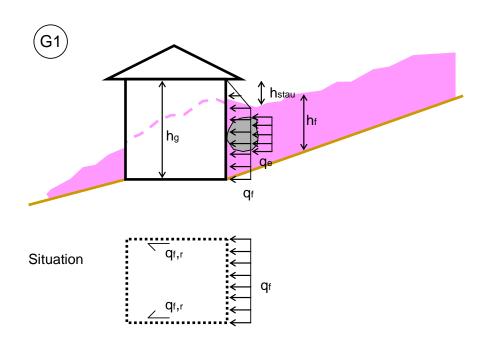
Grundlagen der Einwirkungen und der Massnahmenplanung

Egli Th. 2005: Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, VKF, <u>www.schutz-vor-naturgefahren.ch</u>

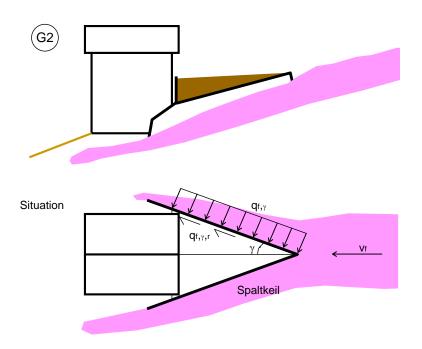
BAFU 2016: Schutz vor Massenbewegungsgefahren, Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren

Volkwein, A. 2014: Flexible Murgangbarrieren – Bemessung und Verwendung. WSL Berichte, 8.

SIA 261/1 (2020): Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen



Gefährdungsbild: Hangmure prallt auf Gebäude

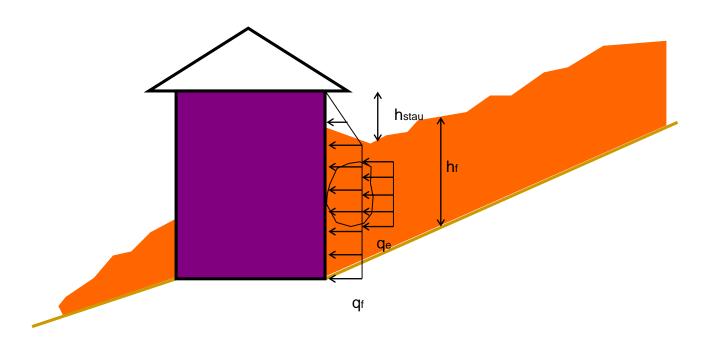


Gefährdungsbild: Hangmure umfliesst Spaltkeil



Welche Einwirkungen müssen wir kennen für die Bemessung? Über welche Angaben verfügen wir aufgrund von Abklärungen im Rahmen der Gefahrenkartierung?





Was müssen wir wissen?

h_f: Fliesshöhe

h_{stau}: Stauhöhe

q_f: Murgangdruck

q_e: Ersatzdruck Einzellast

Was wissen wir?

M: Mächtigkeit der mobilisierbaren Schicht

h: Mächtigkeit der Ablagerung



Fliessrichtung

Was müssen wir wissen?

α: Ablenkwinkel

Die räumliche Verteilung von h_f: Fliesshöhe, h_{stau}: Stauhöhe,

q_f: Murgangdruck, q_e: Ersatzdruck Einzellast

Was wissen wir?

a: Ablenkwinkel

h: Mächtigkeit der

Ablagerung



Murgangdruck:

$$q_f = a \bullet \rho_f \bullet v_f^2$$

wobei

a: empirischer Druckkoeffizient

ρ_f: Dichte

v_f: Fliessgeschwindigkeit

Typische Richtwerte von a:

a = 1 für stark schiessende Hangmuren

a = 2 für schiessende Hangmuren

a = 4 für strömende Hangmuren

Problematisch:

- Die Geschwindigkeit ist a priori nicht bekannt
- 2. Es bestehen allgemein grosse Unsicherheiten in Bezug auf die Verknüpfung von Geschwindigkeit und Druck



sia

Schweizer Norm Norme Suisse Norma Svizzera

Fpr505261/1

FprSIA 261/1:2019-06 Bauwesen

Vorgesehen als Ersatz der Norm SIA 261/1, Ausgabe 2003

Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires
Azioni sulle strutture portanti – Indicazioni complementari
Actions on Structures – Supplementary Specifications



Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen

Stand 10.06.2019

Schlussentwurf Fpr SIA261/1 für Einspracheverfahren

261/1

Referenznummer FprSN 505 261/1:2019-06 de Herausgeber Schweizerischer Ingenieurund Architektenverein Postfach, CH-8027 Zürich

Gültig ab: 2019-xx-xx

Anzahl Seiten: xx

Copyright @ 201x by SIA Zurich

Preisgruppe: xx

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.

Seite

FprSIA 261/1:2019-06

Seite

INHALTSVERZEICHNIS

9.2 Hagelwiderstandsklassen...

9.3 Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen ... 33

Von	wort	4	10	Wind	3
0	Geltungsbereich	5		Dynamisches Verhalten von Tragwerken	
0.1	Abgrenzung		10.2	Dynamischer Faktor	34
0.2	Normative Verweisungen		11	Erdbeben – Anforderungen an spektrale	
0.3	Abweichungen			Standort- und Mikrozonierungsstudien	3
	•		11.1	Geltungsbereich	
1	Verständigung			Referenzgefährdung	
1.1	Fachausdrücke			Methodik	
1.2	Bezeichnungen	6		Definition der elastischen Antwortspektren	
2	Gravitative Naturgefahren	9		und mitzuliefernde Ergebnisse	3
2.1	Allgemeines	9			
2.2	Bauwerksklassen	9	12	Einwirkungen auf Schalungen	
3	Harburger			Allgemeines	
3.1	Hochwasser		12.2	Charakteristische Werte	3
3.2	Bedeutungsbeiwerte und Höhenzuschläge		13	Ortstemperatur	13
3.3	Einwirkungen		14	Strassenverkehr – Ausnahmetransporte	20
3.4	Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen .			Allgemeines	
3.7	•			Lastmodelle und charakteristische Werte	
4	Rutschungen			Einwirkungsgruppen	
4.1	Allgemeines		14.0		
4.2	Bedeutungsbeiwerte		15	Kranbetrieb	
4.3	Einwirkungen			Allgemeines	
4.4	Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen.	16		Lastmodelle und charakteristische Werte	
5	Murgänge	18		Beiwerte	
5.1	Allgemeines		15.4	Ermüdung	40
5.2	Bedeutungsbeiwerte und Höhenzuschläge		16	Reibungs- und Rückstellkräfte von Lagern	41
5.3	Einwirkungen		16.1	Allgemeines	
5.4	Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen .			Charakteristische Werte	
6	Stein-, Block-, Eisschlag	21	17	Silo- und Behälternutzung	45
6.1	Allgemeines				
6.2	Bedeutungsbeiwerte				
6.3	Einwirkungen		Anh	ang	
6.4	Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen .		Α	(normativ) Hochwasser	50
7	Lawinen	26	В	(informativ) Rutschungen	
7.1	Allgemeines		В	(Informativ) Rutschungen	J
7.2	Bedeutungsbeiwerte		C	(normativ) Murgänge	5
7.3	Einwirkungen		D	(informativ) Stein-, Block-, Eisschlag	5
7.4	Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen .		U		
	•		E	(normativ) Lawinen	6
8	Schneedruck auf Hängen		F	(normativ) Schneedruck	
8.1	Allgemeines			,	
8.2	Bedeutungsbeiwerte		G	(normativ) Hagel	6
8.3	Einwirkungen		н	(normativ) Kranbahnen	6
8.4	Konzeptionelle und konstruktive Massnahmen.	31			
9	Hagel	32	J	(informativ) Publikationen	6
9.1	Allgemeines	32			

Ziffer 2.1.9: Einwirkungen infolge gravitativer Naturgefahren werden mittels Intensitätskarten dargestellt. Wenn keine solchen Grundlagen zur Verfügung stehen bzw. diese Informationen nicht ausreichen, sind die Einwirkungen in Zusammenarbeit mit einer Fachperson zu ermitteln.



Fazit Grundlagen der Bemessung

Die Angaben aufgrund von Gefahrenabklärungen zur Intensität der Hangmuren reichen nicht aus als Grundlage für die Bemessung von Schutzmassnahmen.

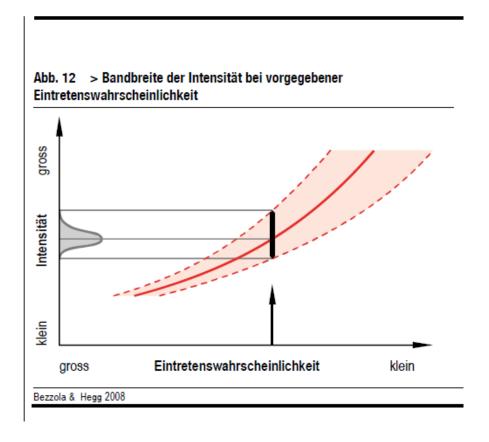
Insbesondere fehlen Angaben zum verfrachteten Volumen und der Dynamik der Hangmure.



Zentrale Fragestellungen im Rahmen der Bemessung:

- 1. Wie kann das verfrachtete Volumen eingegrenzt werden?
- 2. Wie kann die Geschwindigkeit der Hangmure abgeschätzt werden?
- 3. Wie gross sind die Unsicherheiten, welche verbleiben?





Quelle: BAFU 2016

Zitat BAFU 2016: «Für Massenbewegungen soll – wenn immer möglich – auch bei wenigen Ereignisdaten die mögliche Bandbreite abgeschätzt und dargelegt werden. Extrapolationen mit zunehmender Grösse (Volumen) oder höherer Geschwindigkeit sind notwendig, wenn im Kataster nur häufige Ereignisse schwacher Intensität registriert wurden und die Feldbeurteilung die Möglichkeit grösserer Ereignisse belegt.

Schwache Tragkonstruktionen (Holz, Mauerwerk) ohne Schutzmassnahmen sind sehr verletzlich gegenüber dem Direktanprall von Hangmuren





Quelle: Egli Engineering AG



Eingrenzung von Unsicherheiten bei der Bemessung von Schutzmassnahmen

Eingrenzung des Startvolumens durch geologisch-geotechnische Felduntersuchungen

Intensitätskarten

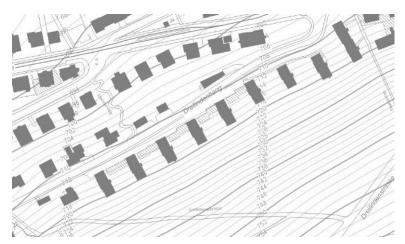


Abbildung: Intensitätskarte 30-jährlich



Abbildung: Intensitätskarte 300-jährlich



Abbildung: Intensitätskarte 100-jährlich















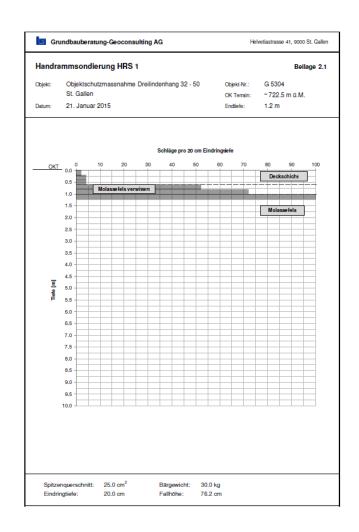
Standorte der Handrammsondierungen:

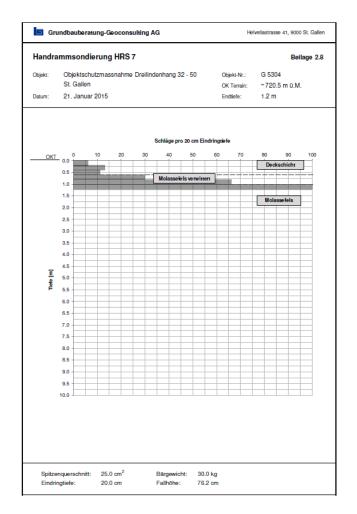


Abbildung: Standorte Handrammsondierungen











Eingrenzung von Unsicherheiten bei der Bemessung von Schutzmassnahmen

- Eingrenzung der Geschwindigkeit (Druck) durch Modellierungen des Transportprozesses



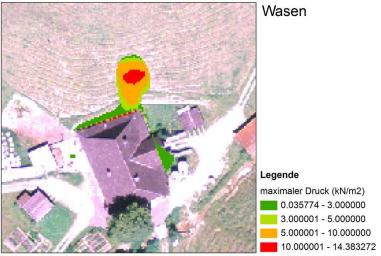
Fragestellung BAFU Ereignisanalyse 2005

Gegenüberstellung der Belastung des Gebäudes aufgrund von Modellierung und aufgrund von baustatischer Rückrechnung der aufgetretenen Schadenbilder.

Projekt "Einwirkung von Hangmuren auf Gebäude" im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Eingrenzung der erreichten Geschwindigkeit / des erreichten Druckes auf einem starren Hindernis





Rutschungsmodellierung

Modell: Ramms (WSL)

v: 2.5 m/s

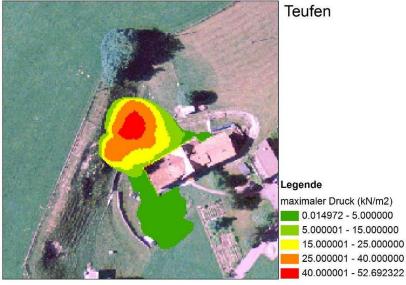
q: 2 - 4 kN/m²

Baustatik

q: 3 kN/m2







Rutschungsmodellierung

Modell: Ramms (WSL)

v: 3 m/s

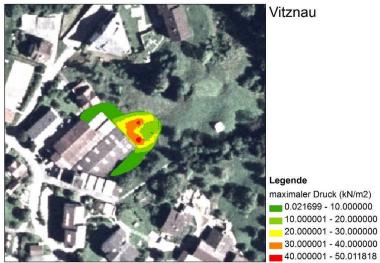
q: 9 - 15 kN/m²

Baustatik

q: 9.8 - 18.2 kN/m²







Rutschungsmodellierung

Modell: Ramms (WSL)

v: 4 m/s

q: 26 - 33 kN/m²

Baustatik

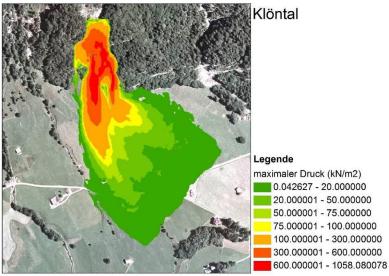
Modell: Bruchspannung Schaltafeln

q_{min}: 19.5 - 37 kN/m² – Bruch 2

TafeIn







Rutschungsmodellierung

Modell: Ramms (WSL)

v: 5 m/s

q: 58 - 62 kN/m²

Baustatik

q: 68 - 79 kN/m2



Fazit Einwirkung Hangmuren

Die Druckwerte aus Modellierung und Baustatik ergeben Werte in ähnlicher Grösse.

Die Modellierung ist eine geeignete Methode, um die Druckbelastung einzugrenzen und die Schutzmassnahmen zu bemessen.



Beschränkung des Versagensrisiko durch die Wahl von robusten Schutzkonzepten

- Schutzmassnahme vor dem zu schützenden Objekt (Auffangdamm, Ablenkdamm, Spaltkeil, Schutznetz)



Schutzdamm vor dem Objekt als robuste Lösung bei grossen Unsicherheiten



Quelle: Geobrugg

Schutznetz vor dem Objekt als robuste Lösung bei grossen Unsicherheiten

Eingrenzung von Unsicherheiten bei der Bemessung von Schutzmassnahmen

- Eingrenzung des Startvolumens durch geologisch-geotechnische Felduntersuchungen
- Eingrenzung der Geschwindigkeit (Druck) durch Modellierungen des Transportprozesses

Beschränkung des Versagensrisiko durch die Wahl von robusten Schutzkonzepten

- Schutzmassnahme vor dem zu schützenden Objekt (Auffangdamm, Ablenkdamm, Spaltkeil, Schutznetz)
- Direktanprall: Bemessung des Tragwerkes mit genügend Sicherheitsreserven



Danke für Eure Aufmerksamkeit!