

FlumGeo AG

Fuchsenstrasse 19, 9016 St. Gallen, 071 280 82 00
Seestrasse 13, 8597 Landschlacht, 071 695 13 17
Alte Bahnhofsstrasse 2, 5610 Wohlen, 062 844 48 48

Daniel Flum, dipl. Bauing. ETH/SIA
Thomas Zünd, dipl. Forsting. ETH/SIA
Florian Thöny, dipl. Bauing. ETH
Andreas Brunnenmeister, BSc Bauing. FH
Lea Fässler, dipl. Bauing. ETH
Reto Grob, MSc Bauing. ETH



Grundlage / Beilage

2014 045**Speicherschwendi AR****Rutschung Städeli / Sumpf / Tobel, Nachführung Gefahrenkarte**

Bericht zur Gefahrenkarte

- Geologie
 - Karte der Phänomene
 - Grundlagen / Methodik
 - Rutschflächen
 - Intensitäten
 - Umsetzung in der Gefahrenkarte
-

Auftraggeber:

Amt für Raum und Wald
Abteilung Wald und Naturgefahren
Kasernenstrasse 17A
9102 Herisau

Herr Beat Fritsche

E-Mail: beat.fritsche@ar.ch

Bearbeiter: T. Zünd

Datum: 05.06.2020, revidiert am 28.09.2021

Inhalt	Seite
1. Einleitung	3
2. Perimeter	3
3. Unterlagen	3
4. Ausgeführte Arbeiten	4
5. Geologie	4
6. Karte der Phänomene.....	6
7. Methodik	6
7.1 Geschwindigkeitsänderung	7
7.2 Differentialbewegungen	7
7.3 Tiefe der Gleitfläche	7
8. Rutschflächen	7
9. Intensitäten	8
9.1 Geschwindigkeit	8
9.2 Geschwindigkeitsänderung	9
9.3 Differentialbewegungen	9
9.4 Tiefe der Gleitfläche	10
10. Umsetzung in der Gefahrenkarte	10
11. Schlussbemerkungen	11

Anhang	Nummer
Übersicht	1 : 25'000 1
Grundlagen	1 : 2'000 2
Karte der Phänomene	1 : 2'000 3
Intensitätskarte permanente Rutschung	1 : 2'000 4
Gefahrenkarte permanente Rutschung	1 : 2'000 5

1. Einleitung

Seit längerem ist bekannt, dass es sich beim Gebiet nördlich von Speicherschwendi (Au, Ifang, Tobel, Sumpf, Städeli) um eine permanente Rutschung handelt. Diese Rutschung wurde seit 2002 geodätisch überwacht. Bei Baugrunduntersuchungen im Bereich der Parz. Nr. 1701 und 524 wurde festgestellt, dass die Rutschung bis in das Siedlungsgebiet reicht. Deshalb soll die 2009 erarbeitete Gefahrenkarte mit den neu gewonnenen Erkenntnissen überarbeitet werden. Herr Gerlach der Abteilung Wald und Natur des Kantons Appenzell Ausserrhoden erteilte der FlumGeo AG den Auftrag für die Anpassung der Gefahrenkarte (Prozess Rutschung) mit Erstellung eines ergänzenden Berichtes. Da der Perimeter der Gefahrenkarte unterdessen nochmals leicht revidiert wurde und somit die hier vorgeschlagenen Änderungen der Gefahrenkarte nochmals bewilligt werden müssen, wurde der Bericht und die Gefahrenkarten nochmals auf den neuen Perimeter angepasst.

2. Perimeter

Es wird der Perimeter der bestehenden Gefahrenkarte vom Siedlungsgebiet Speicherschwendi verwendet (Konsultation Geoportal vom 28.09.2021). Die Daten des nördlich an den Perimeter angrenzenden Rutschgebietes wurden bei der Beurteilung berücksichtigt. Massgebend für die Bestimmung der Intensitäten sind nur die Angaben von Verschiebungen innerhalb des Perimeters.

3. Unterlagen

Für die Ausarbeitung des Berichts standen uns seitens der Abteilung Wald und Natur folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1.] Bericht zur Gefahrenkarte, Allgemeiner Teil. ARGE Geotest / Hunziker, Zarn & Partner AG, Zollikofen, Juni 2009.
- [2.] Rutschgebiet Speicherschwendi: Geologische Beurteilung, Gefahrenpotential, Massnahmen. Dr. Heinrich Naef, Speicher, 20.07.2001.
- [3.] Rutschgebiet: Tobel, Sumpf, Städeli, 5. Folgemessung 2017. GEOINFO Vermessung AG, Herisau, April 2018.
- [4.] Grundstück 1034, Waldburger Speicherschwendi. GEOINFO Vermessung AG, Herisau, 25.11.2019.
- [5.] Aktennotiz 1: Speicherschwendi AR, Deformationen Städeli, Sumpf, Tobel, Au, Ifang, Wiesbüel. FS Geotechnik AG, St. Gallen, 20.06.2017.
- [6.] Aktennotiz 1: Speicherschwendi AR, Rehetobelstrasse, 4 MFH Rickhalde. FS Geotechnik AG, St. Gallen, 09.02.2018.
- [7.] Situation Baugrunduntersuchung Rickhalde mit Profilen. FS Geotechnik AG, St. Gallen, 12.03.2018.
- [8.] Resultate Inklinometermessungen vom 11.07.2018. FS Geotechnik AG, St. Gallen, 11.07.2018.
- [9.] Speicherschwendi AR, WüB Rickhalde, Neubau 4 MFH, Kurz-Chronologie. FS Geotechnik AG, St. Gallen, 15.01.2019.
- [10.] Aktennotiz 2: Speicherschwendi AR, Analyse Geländebewegungen Städeli, Sumpf, Tobel. FS Geotechnik AG, St. Gallen, 20.01.2020.
- [11.] Setzungsmessungen entlang Rehetobelstrasse von km 0.320 - 0.550. Situation 1 : 500. NÄNNY + Partner AG, Teufen, 24.05.2019.

Ferner verwendeten wir folgende Unterlagen:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| ▪ Landeskarte der Schweiz | 1 : 25'000 |
| ▪ Geologischer Atlas der Schweiz | 1 : 25'000 |
| ▪ Reliefschattierung | map.geo.admin.ch |

4. Ausgeführte Arbeiten

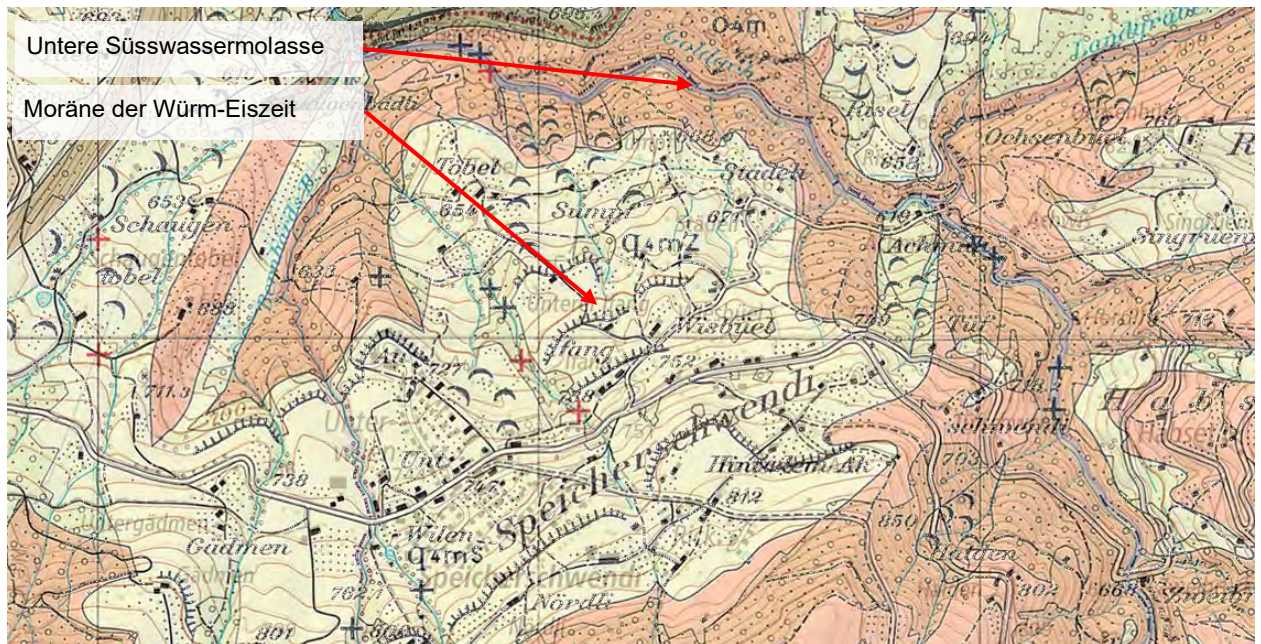
Durch die FlumGeo AG fand am 10.04.2020 und am 28.09.2021 eine Geländebegehung statt. Anzeichen auf permanente Rutschungen wurden im siedlungsnahen Gebiet kartiert. Die Aufnahmen wurden in der Karte der Phänomene im Anhang 3 gemeinsam mit Grundlagen aus [1.] und [2.] eingezeichnet.

Durch die GEOINFO Vermessungs AG wurden bestehende Vermessungspunkte mit bekannter Lage am 25.02.2020 neu eingemessen. Dabei handelt es sich um Punkte, welche im Siedlungsgebiet liegen und somit ausserhalb der bereits überwachten Punkte im Rutschgebiet sind. Die ergänzenden, eingemessenen Punkte sollen aufzeigen, welche Bereiche des Siedlungsgebietes keine Verschiebungen aufweisen und in welchen Bereichen Verschiebungen sehr wahrscheinlich sind.

Ergänzend dazu wurden die Resultate der Inklinometermessungen und der Verschiebungsmessungen der Rutschung ausgewertet.

5. Geologie

Gemäss dem geologischen Atlas der Schweiz dominieren im Gebiet Speicherschwendi und der nördlich angrenzenden Rutschfläche Moränenablagerungen der Würm-Eiszeit. Diese überdeckt die Untere Süsswassermolasse, welche vorwiegend im Bachbett der Goldach oberflächennah ansteht. Zudem bestehen Reste von kaltzeitlichen Seeablagerungen und fluviatilen Terrassenrändern. Details zur Geologie können dem Bericht [2.] entnommen werden.



Ausschnitt aus dem geologischen Atlas der Schweiz (Rorschach, LK 1075).

Die zahlreichen Terrassenränder, Hügel, Dellen und Entwässerungsrinnen weisen auf die Rutschungen im Gebiet hin.



Ausschnitt aus Reliefschattierung (swissALTI3D, map.geo.admin.ch).

6. Karte der Phänomene

In der Karte der Phänomene sind die im Feld kartierten Geländeaufnahmen aufgeführt. Die bestehende Karte der Phänomene wird ergänzt durch die Angaben vom geologischen Bericht [2.] und unsere Aufnahmen (siehe Anhang 3).

7. Methodik

Die Überarbeitung der Gefahrenkarte erfolgt nach der Vollzugshilfe "Schutz vor Massenbewegungen" vom BAFU 2016. Für die Festlegung der Intensitäten gelten folgende Kriterien:

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
2. Gleitprozesse			
2.1 Aktive, kontinuierliche, permanente Rutschungen (auch die Prozesse im Permafrost)	$v \leq 2 \text{ cm/Jahr}$	$2 \text{ cm/Jahr} < v < 10 \text{ cm/Jahr}$	$v > 10 \text{ cm/Jahr}$

v	Durchschnittliche, langjährige Geschwindigkeit der Rutschung [cm/Jahr]
$v_{\max}$	Maximale Rutschgeschwindigkeitsänderung [cm/Jahr]
D	Differentialbewegungen innerhalb einer Gebäudenutzungsdauer [cm/10 m]
T	Tiefe der Gleitfläche [m]

Grundsätzlich werden den permanenten Rutschungen aufgrund ihrer Rutschgeschwindigkeit verschiedene Intensitäten zugeordnet. Da aber weitere Faktoren die Auswirkung einer Rutschung beeinflussen, können gemäss nachfolgender Kriterien Intensitätswechsel vorgenommen werden.

7.1 Geschwindigkeitsänderung

Bei der maximalen Rutschgeschwindigkeitsänderung handelt es sich um die Zunahme der Geschwindigkeit während einer Beschleunigungsphase. Umso seltener diese Beschleunigungsphase ist, desto grösser muss die Geschwindigkeitszunahme sein. Bei einer Geschwindigkeitsänderung mit einer 30-jährlichen Wiederkehrperiode muss die Zunahme für den Wechsel einer Intensitätsstufe z.B. 20 cm/Jahr oder für den Wechsel von zwei Intensitätsstufen 50 cm/Jahr betragen.

7.2 Differentialbewegungen

Die Differentialbewegungen werden gemessen an absoluten differentiellen Bewegungen auf eine einheitliche Breite von 10 m während der Lebensdauer eines Gebäudes (ca. 50 Jahre) bezogen. Kleine Differentialbewegungen liegen bei 2 - 10 cm / 10 m und haben den Wechsel einer Intensitätsstufe zur Folge. Liegen die Differentialbewegungen bei über 10 cm / 10 m, hat das den Wechsel von zwei Intensitätsstufen zur Folge. Bewegt sich nun ein Punkt mit einer Geschwindigkeit von 1 cm/Jahr und ein 10 m entfernter Punkt mit 1.5 cm/Jahr, legt der erste Punkt während 50 Jahren 50 cm zurück und der zweite Punkt 75 cm zurück. Die Differentialbewegung liegt somit bei über 10 cm / 10 m was zur Folge hat, dass aus einer schwachen eine starke Intensität wird. Aus relativ geringen Unterschieden der Rutschgeschwindigkeit treten somit betrachtet auf 50 Jahre sehr oft grössere Differentialbewegungen auf.

7.3 Tiefe der Gleitfläche

Für eine Rückstufung der Intensität muss die oberste Gleitfläche mindestens 30 m unter der Oberfläche liegen. Es muss sich dabei um eine grössere, zusammenhängende Rutschmasse handeln. Es dürfen keine höher liegenden Gleitflächen vorhanden sein. Zudem muss eine gleichförmige Bewegungsdynamik stattfinden.

8. Rutschflächen

Die Flächen der permanenten Rutschung wurden aufgrund der Geländeaufnahmen, der geodätischen Überwachung, der bestehenden Gefahrenkarte und der Auswertung der Inklinometermessungen festgelegt.

Unsicherheiten bei der Ausscheidung der Flächen bestehen vorwiegend beim Gebiet Rickhalde südlich der Parz. Nr. 524. Da die Fläche neu überbaut wurde, sind im Gelände keine Spuren mehr vorhanden, welche auf Rutschungen hinweisen könnten. Zudem muss aufgrund der steil verlaufenden Gleitkreise unterhalb der Neubauten davon ausgegangen werden, dass die Anrisse der Rutschung gegen Süden fortschreiten (siehe [7.]). Die für die Foundation der Gebäude getroffenen Massnahmen können dabei stabilisierend wirken. Die Vermessungspunkte entlang der Rickstrasse zeigen keine Deformationen auf. Erst bei der Querung des Kitzlerbachs bestehen Hinweise auf Deformationen der Strasse in der Grössenordnung der Messgenauigkeit. Dies kann aber auch auf eine Beeinflussung durch den Bacheinschnitt zurückgeführt werden und muss nicht mit dem nördlich liegenden Rutschgebiet zusammenhängen.

Die Rutschflächen sind in den Anhängen 4 und 5 visualisiert.

9. Intensitäten

9.1 Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der Rutschung im Bereich des Perimeters der Gefahrenkarte wurde mittels der Nachvermessung von Vermessungspunkten und der Auswertung der Inklinometermessungen festgelegt.

Bei der geodätischen Vermessung wurden zusätzlich zum bestehenden Netz von Überwachungspunkten in der Rutschung nochmals 55 Vermessungspunkte nachvermessen. Bei 10 dieser Punkte kann aufgrund der eingetretenen Verschiebungen deutlich über der Messgenauigkeit und der Qualität der Messpunkte ziemlich zuverlässig bestätigt werden, dass sich diese in den letzten 10 bis 21 Jahren mit den nachfolgenden Geschwindigkeiten talwärts verschoben haben. Bei den meisten anderen Punkten kann davon ausgegangen werden, dass keine relevanten Verschiebungen aufgetreten sind.

Punkt Nr.	Rutschgeschwindigkeit v [cm/Jahr]
31002673	1.4
31002747	1.9
31002748	2.5
31002749	3.1
31002750	2.4
31002752	3.3
31002753	3.9
31002754	3.9
31002755	2.1
31002756	3.0

Vermessungspunkte, im Bereich der Rutschung mit geringer ($v < 2 \text{ cm/a}$) und mittlerer Geschwindigkeit ($2 \text{ cm/a} < v < 10 \text{ cm/a}$).

Die Rutschgeschwindigkeit bei den Inklinometermessungen wurde sowohl auf Höhe der Gleitfläche als auch 2 - 3 m unter OK Terrain ermittelt. Um die Geschwindigkeit der Rutschung zu bestimmen, erachten wir die Geschwindigkeit 2 - 3 m unter OK Terrain als relevant.

Inklinometer	Geschwindigkeit 2-3 m unter OKT [cm/a]
KL1	0.0
KL1a	0.5
KL1b	1.4
KL2	1.3
KL2a	1.6
KL3	2.8
KL3a	2.1
KL3b	2.5
KL4a	1.8

Vermessungspunkte, ausserhalb und innerhalb der Rutschung mit geringer ($v < 2 \text{ cm/a}$) und mittlerer Geschwindigkeit ($2 \text{ cm/a} < v < 10 \text{ cm/a}$).

Wird nur die Verschiebungsgeschwindigkeit betrachtet, treten innerhalb des Perimeters der Gefahrenkarte schwache und mittlere Intensitäten auf. Deutlich grössere Geschwindigkeiten von teilweise bis zu

30 cm/a treten vorwiegend ausserhalb des Perimeters der Gefahrenkarte im Gebiet bei der Parz. Nr. 1212 auf.

9.2 Geschwindigkeitsänderung

Die Rutschung Speicherschwendi wird seit 2002 geodätisch überwacht. Geschwindigkeitszunahmen von über 20 cm/Jahr wurden nur im Gebiet der Parz. Nr. 1212 gemessen. Im Randbereich der Rutschung in Siedlungsnähe sind die Rutschgeschwindigkeiten deutlich kleiner und damit verbunden auch die Geschwindigkeitsänderungen. Innerhalb des Perimeters der Gefahrenkarte hat dieses Kriterium somit keine Relevanz.

9.3 Differentialbewegungen

Werden bei 2 benachbarten Vermessungspunkte oder Inklinometern die Verschiebungsdifferenz mit der Gebäudelebensdauer von 50 Jahre multipliziert und durch den Abstand in 10 m dividiert, erhält man die Differentialbewegung D (2 - 10 cm / 10 m) bzw. DD (>10 cm / 10 m).

Nachfolgend wurden die Differentialbewegungen von verschiedenen Messpunkten und der Inklinometermessungen ausgewertet. Da diese meistens mehr als 10 m auseinander liegen, wurde der Wert durch den Abstand dividiert und mit 10 m multipliziert.

Punkt Nr.	Differentialbewegung [cm / 10 m]	Wechsel Intensitätsstufe
31002673 - 31002756	8	D
31002756 - 31002755	6	D
31002755 - 31002754	15	DD
31002754 - 31002753	0	
31002753 - 31002752	9	D
31002752 - 31002750	13	DD
31002750 - 31002749	2	D

Inklinometer	Differentialbewegung [cm / 10 m]	Wechsel Intensitätsstufe
KL1 - KL1a	37	DD
KL2 - KL2a	7	D
KL1 - KL2a	14	DD
KL3 - KL3a	16	DD
KL3a - KL3b	11	DD

Es wird ersichtlich, dass aufgrund der unterschiedlichen Bewegungsgeschwindigkeiten bei praktisch allen Auswertungen um mindestens 1 Intensitätsstufe erhöht werden müsste. Im Feld sind diese grossen Differentialbewegungen meist nur lokal zu erkennen. Uns bekannte Schäden an Bauwerken sind vorwiegend im Randbereich der Rutschung aufgetreten, wo ein Teil des Bauwerks ausserhalb der Rutschung und ein Teil in der Rutschmasse fundiert wurde (z.B. Haus Parz. Nr. 571, Stützmauer nördl. Parz. Nr. 1736). Bei

anderen Bauwerken innerhalb der Rutschung sind uns Schäden in diesem Ausmass nicht bekannt. Beim Primarschulhaus auf der Parz. Nr. 569 sind im Bereich der Grundmauern diverse Haarrisse vorhanden. Ob diese auf die Rutschung zurückzuführen sind, kann nicht abschliessend beurteilt werden, weil sie ziemlich gleichmässig verteilt sind.

Im Bereich des Lehenbauwerks der Rehetobelstrasse über den Kitzlerbach sind stellenweise kleinere Schäden am Bauwerk ersichtlich, welche auf die Rutschung und Differentialbewegungen hindeuten. Die Neuvermessung der Höhen von Schächten entlang der Rehetobelstrasse bestätigt die Ausdehnung der Rutschung und die leicht unterschiedlichen Rutschgeschwindigkeiten mit den sich daraus ergebenden Differentialbewegungen.

Aufgrund der gemessenen Differentialbewegungen und den eher geringen Schäden an den vorhandenen Bauwerken empfehlen wir, die Intensität aufgrund der Differentialbewegungen um höchstens eine Intensitätsstufe (D) anzupassen.

9.4 Tiefe der Gleitfläche

Angaben über die Mächtigkeit der Rutschmasse liegen nur im Bereich der vorhandenen Inklinometermessungen auf den Parz. Nr. 1701 und 524 vor. Unterhalb der Rehetobelstrasse weist die Rutschmasse eine Mächtigkeit von ca. 35 m auf. Oberhalb der Strasse ist die Mächtigkeit geringer oder es sind höher liegende, sekundäre Rutschflächen vorhanden.

Da die geodätische Vermessung auf Unterschiede der Rutschgeschwindigkeit hindeutet, kann nicht von einer gleichförmigen Bewegung ausgegangen werden. Deshalb erachten wir auch unterhalb der Rehetobelstrasse eine Rückstufung der Intensität aufgrund der Tiefe der Gleitfläche für nicht gerechtfertigt. Wo die Tiefe der Gleitfläche nicht bekannt ist, erfolgt ebenfalls keine Rückstufung.

10. Umsetzung in der Gefahrenkarte

Die Rutschfläche wurde aufgrund der Vermessungsdaten und Feldaufnahmen festgelegt. Die Intensitäten wurden in einem ersten Schritt aufgrund der errechneten Geschwindigkeit der Rutschung bestimmt. Anschliessend wurde die Intensität, wo Differentialbewegungen aufgrund der Vermessungspunkte berechnet wurden, um maximal eine Intensitätsstufe erhöht.

Gemäss Rücksprache mit dem BAFU (Frau Patrizia Köppli) könnte man auf die Erhöhung einer Intensitätsstufe aufgrund einzelner errechneter Punkte mit Differentialbewegungen verzichten, wenn im Feld z.B. Bauten ohne grössere Schäden vorhanden sind. Da aber stellenweise kleinere Schäden vorhanden sind oder solche zumindest nicht ausgeschlossen werden können, wurde die Intensität aufgrund der Differentialbewegungen um maximal 1 Intensitätsstufe erhöht. Dies erfolgte in Absprache mit der Abteilung Wald und Natur des Kantons Appenzell Ausserrhoden.

Somit wurden auf einem Grossteil der Rutschfläche eine starke Intensität ausgeschieden.

Beim Primarschulhaus auf der Parz. Nr. 569 sind keine Messpunkte vorhanden. Deshalb wurde die Fläche gleich wie die umliegenden Flächen mit Messpunkten beurteilt. Wie bereits erwähnt wurden am Gebäude nur kleinere Haarrisse in den Grundmauern festgestellt. Es kann davon ausgegangen werden,

dass innerhalb des Gebäudes keine grösseren Differenzsetzungen auftreten, sonst müssten grössere Schäden vorhanden sein. Deshalb könnte es sich direkt beim Gebäude auch um eine mittlere Intensität handeln. Da es aber keine Daten dafür gibt und das sehr alte Nachbargebäude grössere Risse aufweist, deren Ursprung aber nicht zwangsläufig auf die Rutschung zurückzuführen ist, wird der Fläche ebenfalls eine starke Intensität zugeordnet. Da es in diesem Bereich keine Angaben zur Tiefe des Gleithorizontes gibt, wird auch keine Rückstufung aufgrund einer sehr tiefen Gleitfläche realisiert.

11. Schlussbemerkungen

Die Anpassung der Gefahrenkarte wurde aufgrund der uns aktuell zur Verfügung stehenden Daten und dem jetzigen Kenntnisstand der Rutschungsausdehnung durchgeführt. Es ist gut möglich, dass mit neuen Messungen und einem erweiterten Messnetz erneut kleinere Anpassungen der Gefahrenkarte durchgeführt werden müssen. Die Überwachung der Rutschung würden wir insbesondere im Bereich des Primarschulgebäudes intensivieren.

St. Gallen, 05.06.2020, revidiert am 28.09.2021



Thomas Zünd
FlumGeo AG

