

KANTON WALLIS
GEMEINDE RARON

Schadenfall St. German infolge der Realisierung des Lötschberg-Basistunnels

Synthesebericht zu den Überwachungen 2020 - 2021



Lötschberg-Basistunnel, Portal Raron, 27. Juli 2007

SRP Ingenieur AG

P. Seiler

J. Anderegg

Brig, 19. April 2022
2495-03-152-JA.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundlagen	4
3	Überwachung 2020 und 2021	5
3.1	Überwachungsprogramm.....	5
3.2	Durchgeführte Messungen.....	5
3.2.1	Geodätische Messungen	5
3.2.2	Hydrogeologische Messungen.....	5
3.3	Analyse der Messwerte und Feststellungen	6
3.3.1	Geodätische Messungen	6
3.3.2	Hydrogeologische Messungen.....	10
3.4	Überlagerung geodätische und hydrogeologische Messungen	16
3.5	Schlussfolgerungen.....	16
4	Ausblick.....	17

Verteiler des Berichtes

Gemeinde Raron	Reinhard Imboden	1 Ex.
Gemeinde Raron	Jörg Schwestermann	1 Ex.
BLS Netz AG	Martin Isler	1 Ex.
BLS Netz AG	Julia Fischer - Schmid	1 Ex.
Kanton Wallis, Kantonsgeologe	Raphael Mayoraz	1 Ex.
PLANAX AG	Reinhard Imoberdorf	1 Ex.
OSPAG Odilo Schmid & Partner AG	Michael Ruppen	1 Ex.
SRP Ingenieur AG	Peter Seiler	1 Ex.

1 Einleitung

Mit dem Synthesebericht 2014 vom 1. April 2015 wurde die Überwachungsperiode 2010 bis 2014 abgeschlossen. Die Fortführung der Überwachung wurde unter der Leitung von Herrn Peter Teuscher, ehemaliger CEO der BLS AlpTransit AG im Frühling 2015 neu organisiert und vertraglich geregelt. An der Sitzung vom 14. Juli 2015 wurden unter Einbezug der Gemeinde Raron, des BAV sowie der BLS Netz AG das Überwachungsprogramm und die Überwachungsperiode festgelegt und beschlossen. Die wesentlichen Punkte aus dieser Sitzung sind:

- Die Überwachungsperiode erstreckt sich über die Jahre 2015 bis 2025. Im Jahr 2025 erfolgt der Übergang in eine allfällige nächste Überwachungsperiode.
- Das Überwachungsprogramm ist definiert.
- Für die Überwachung sind die bisherigen Auftragnehmer zuständig. Diese sind:
 - Vermessung: PLANAX AG, Brig
 - Hydrogeologie: OSPAG Odilo Schmid & Partner AG, Brig
 - Koordination und Synthese: SRP Ingenieur AG
- Die Verträge mit den Auftragnehmern für die Periode 2015 bis 2025 sind erstellt und die Finanzierung durch die BLS Netz AG ist gesichert.

Mit dem vorliegenden Bericht wird die in St. German in den Jahren 2020 und 2021 erfolgte Überwachung im Sinn einer Synthese dargestellt und besprochen. Es ist der achte Bericht in dieser Art. Der erste Synthesebericht zur Überwachung im Jahr 2010 enthält eine umfassende Beschreibung der Vorgeschichte, mit Angaben wieso es zu dieser Überwachung gekommen ist und was zwischen dem Schadenseintritt im November 2001 und dem Schlussbericht der Expertengruppe der ETH Lausanne im Jahr 2009 alles gemessen und festgestellt wurde. Der vorliegende Bericht kommt darauf nicht mehr zurück und geht einzig auf die Messungen und Feststellungen in den Jahren 2020 und 2021 ein.

2 Grundlagen

Der vorliegende Synthesebericht basiert auf folgenden Grundlagen:

Bericht / Daten	Verfasser	Einsicht in Bericht / Daten
Überwachung St. German, Schlussbericht, März 2009	ETH Lausanne	Der Bericht liegt auf dem Gemeindebüro Raron auf.
Ersatzwasserbeschaffung St. German, Schlussbericht Bohrung RB03/08, 6. Mai 2009	Geologengruppe Lötschberg-Basis-tunnel	bei SRP Ingenieur AG
Synthesebericht zu den Überwachungen • Bericht 2010, 2. Februar 2011 • Bericht 2011, 22. März 2012 • Bericht 2012, 4. März 2013 • Bericht 2013, 31. März 2014 • Bericht 2014, 1. April 2015 • Bericht 2015 bis 2017, 21. August 2017 • Bericht 2018 bis 2019, 8. Mai 2020	SRP Ingenieur AG	Die Berichte liegen auf dem Gemeindebüro Raron auf.
Nivellementmessungen, Datentabellen, aktualisiert per 24. September 2020	PLANAX AG	Die Datentabellen der Vollmessung vom 24. September 2020 liegen auf dem Gemeindebüro Raron auf.
Langzeitüberwachung 2015 - 2025 Piezometer und Quellen St. German: • Jahresbericht 2020 vom 23. Nov. 2020 • Jahresbericht 2021 vom 23. Juni. 2021	OSPAG	Die Berichte liegen auf dem Gemeindebüro Raron auf.

Tabelle 1: Übersicht zu den verwendeten Grundlagen

3 Überwachung 2020 und 2021

3.1 Überwachungsprogramm

Die Überwachung für die Ortschaft St. German basiert auf den Empfehlungen der Expertengruppe der ETH Lausanne (Schlussbericht, März 2009) sowie den Erfahrungen aus der Überwachungsperiode 2010 bis 2014. Das Programm wurde an der Sitzung vom 14. Juli 2015 durch die Gemeinde Raron, die BLS Netz AG sowie das BAV beschlossen. Zusammengefasst wurden in den Jahren 2020 und 2021 folgende Messsessionen durchgeführt:

		2020												2021											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PLANAX	Nivellementnetz									24.															
	GPS-Messung									28.															
OSPAG	Inklinometermessung SG 18									24. Sep.															
	Piezometer SG 1, 2, 4, 5, 6, 10 und 12-31															23. Jun									
	Quellen S 2, 5, 7 und 7'																								

Tabelle 2: Überwachungsprogramm 2020 und 2021 (2495-05-057)

Die Aussagen dieses Berichtes beruhen auf den Messungen bis 30. Juni 2021. Die Klimadaten wurden bis 31. Dezember 2021 berücksichtigt.

3.2 Durchgeführte Messungen

3.2.1 Geodätische Messungen

Am 24. September 2020 erfolgte die Vollmessung über alle Nivellementpunkte. Die Messwerte werden in Form von Tabellen und Grafiken durch das Büro PLANAX dokumentiert und liegen wie gewohnt auf dem Gemeindebüro Raron zur Einsicht auf. Die nächste GPS-Messung erfolgt gemäss Programm im September 2022.

3.2.2 Hydrogeologische Messungen

Programmgemäss wurden die vorgesehenen jährlichen Messungen bei den Piezometern sowie den Quellen durchgeführt. Die Inklinometermessung erfolgte am 24. September 2020. Durch das Büro OSPAG werden die Messwerte in Berichtsform dokumentiert und darin auch besprochen. Die Gemeinde Raron wurde mit diesen Berichten bedient.

3.3 Analyse der Messwerte und Feststellungen

3.3.1 Geodätische Messungen

Nivellement-Messungen

Für die Analyse der Nivellement-Vollmessung wird St. German in vier Sektoren aufgeteilt. Es wird unterschieden zwischen den Sektoren:

- Am Bach (Bereich der ehemaligen Quelle "Am Bach")
- Nordstrasse
- Dorfstrasse
- Südstrasse

Für ausgewählte repräsentative Punkte werden, abgesehen von der Gesamtsetzung seit Messbeginn, die Setzungen seit der letzten Messung vor zwei Jahren sowie die Setzung vor vier Jahren ermittelt. Daraus lässt sich der Setzungsverlauf in den vier Sektoren bestimmen. In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengefasst (vgl. dazu Situationsplan im Anhang 1).

Punkt	Datum der Nullmessung	Ort	Setzungen [mm]			Bemerkungen
			letzte 2 Jahre	letzte 4 Jahre	Gesamtsetzung	
			2 Jahre	4 Jahre	20 Jahre*	
50147	22.03.2001	Am Bach	-4.3	-6.0	-241.3	
50150	22.03.2001	Am Bach	-3.9	-5.9	-188.9	
50154	22.03.2001	Am Bach	-7.2	-14.1	-360.5	
50141	22.03.2001	Nordstr. Ost	0.0	0.1	-38.8	
50145	22.03.2001	Nordstr. Mitte	-1.1	-0.3	-121.7	
50152	22.03.2001	Nordstr. West	-1.7	-1.0	-39.6	
50136	22.03.2001	Parkplatz	-0.2	-1.4	-109.5	
50163	22.03.2001	Dorfstr. bei Kirche	-0.2	0.4	-87.5	
50159	22.03.2001	Dorfstr. West	-3.0	0.4	-49.9	
50198	06.12.2001	Kirche			-16.6	1. Messperiode: 06.12.2001 - 09.04.2003
50198	17.12.2003	Kirche	-0.7	-1.4	-11.8	2. Messperiode: Schätzung Gesamtsetzung in der 1. Messperiode: ca. -75 mm
50169	15.11.2001	Südstr. Mitte	-1.8	-0.4	-46.5	Gesamtsetzung: unbestimmt
50171	15.11.2001	Südstr. West	-3.2	0.6	-50.4	Gesamtsetzung: unbestimmt

- Setzungen / + Hebungen (Messgenauigkeit 0.1 mm)
Setzungen letzte 2 Jahre: vom 12.12.2018 bis 24.09.2020
Setzungen letzte 4 Jahre: vom 07.10.2016 bis 24.09.2020

* ausser Punkte 50198, 50169 und 50171

Tabelle 3: Auswertung der Nivellement-Vollmessung vom 24. September 2020 (2495-05-002)

Es lassen sich daraus folgende Erkenntnisse gewinnen:

- Im Sektor **Am Bach**, d. h. innerhalb des Langzeitsetzungsperimeters, liegen die Setzungen in den letzten vier Jahren bei **2 - 4 mm / Jahr**.
- Im Sektor **Nordstrasse** sind über die letzten vier Jahre betrachtet kleine Setzungen bzw. Hebungen von unter **1 mm / Jahr** gemessen worden.
- In den Sektoren **Dorfstrasse** und **Südstrasse** sind über die letzten vier Jahre betrachtet Setzungen von **1-2 mm / Jahr** gemessen worden.

Während im Sektor Am Bach wie erwartet nach wie vor eine klare Setzung des Geländes messbar ist, zeigen sich bei den übrigen drei Sektoren keine ausgeprägten Setzungen. Der Sektor Nordstrasse ist, wie schon die letzten Jahre, stabil. Die zwei Sektoren Dorfstrasse und Südstrasse zeigen geringfügige Setzungen, welche in erster Linie durch die Grundwasserpumpstation Tscherggen verursacht werden. Die Nivellementmessung vom 12. Dezember 2018 zeigte eine leichte Hebung im Einflussbereich der Grundwasserpumpe Tscherggen, die in der Messung vom 24. September 2020 wieder eine Setzung auf das Niveau von 2016 zeigte (vgl. Abschnitt 3.4). Damit bestätigt sich weiterhin die Aussage der Experten der ETH, welche gemäss Schlussbericht vom März 2009 festhalten, dass ausserhalb des Langzeitsetzungsperimeters beim Sektor Am Bach die Setzungen abgeklungen sind.

Für die Sektoren Am Bach, Nordstrasse und Dorfstrasse sind Nivellementmessungen seit März 2001, also vor Schadenseintritt vorhanden. Nachfolgende Abbildung 1 zeigt das Setzungsverhalten seit Messbeginn und veranschaulicht obige Aussagen.

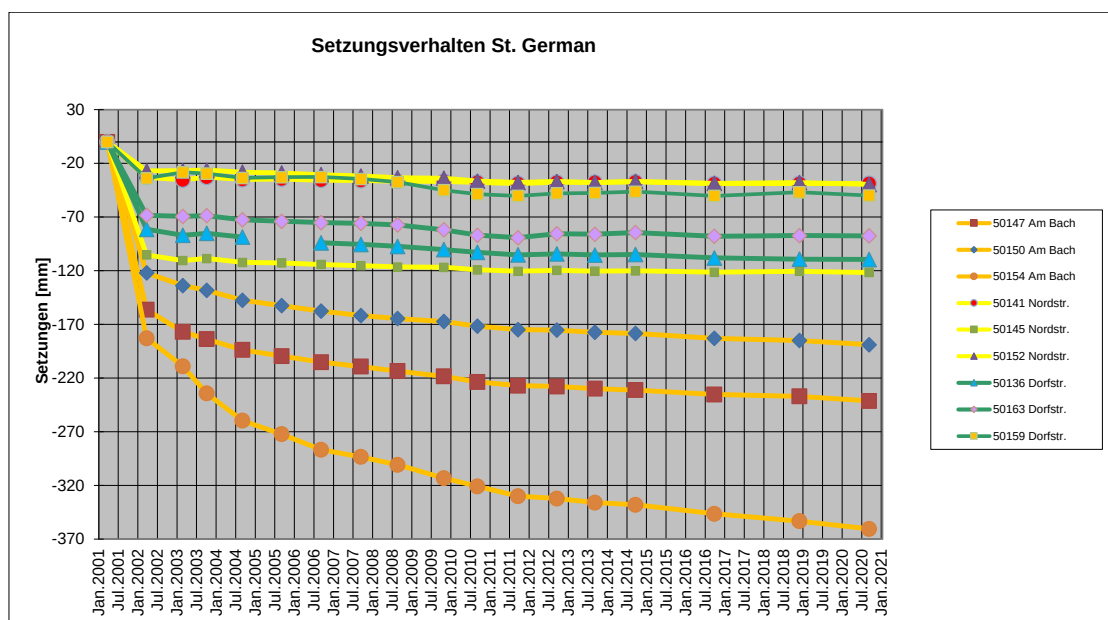


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Setzungen seit Messbeginn März 2001 (2495-05-025)

Im Bereich der Dorfstrasse und Kirche wurden im März 2020 Hebungen gemessen, im September 2020 jedoch wieder eine Senkung auf ca. Niveau Dezember 2018.

In Abbildung 2 ist der Setzungsverlauf bei der Kirche (Sektor Dorfstrasse) dargestellt. Die Grafik verdeutlicht den Einfluss durch die Grundwasserpumpe in Tscherggen, welche Ende 2008 erstmals ihren Betrieb aufgenommen hat.

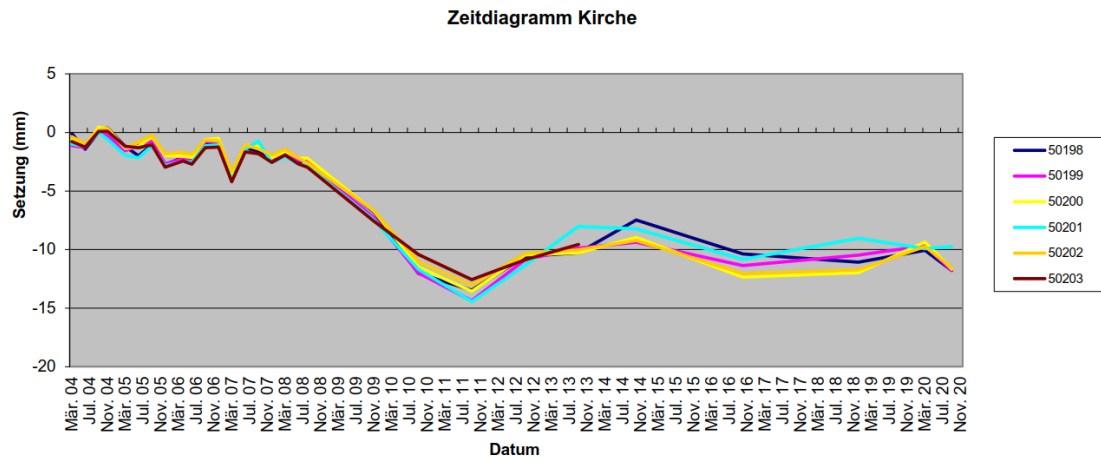


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Setzungen seit Messbeginn März 2001 (Auswertung Planax 2020)

Bei der Südstrasse wurden die Messpunkte erst am 15. November 2001 versetzt, also nachdem schon Setzungen festgestellt wurden. Eine Auswertung der Setzungen entlang der Südstrasse wird in Abschnitt 3.4 diskutiert.

Eine grafische Auswertung des Strassennivellements in der Zeit von 2018 bis 2020 ist in Anhang 3 enthalten. Dabei wurde mit Hilfe der Nivellementmessungen eine Karte mit Isolinien erstellt. Die Auswertung des Nivellements von 2018 bis 2020 zeigt eine Setzungsmulde im Langzeitsetzungsperimeter im Bereich von 5 bis 10 mm.

GPS-Messungen

Während bei den Nivellement-Messungen die Setzungen, also die Verschiebungen in der Vertikalen bzw. der Höhe beurteilt werden, sollen mit den GPS-Messungen die Lageverschiebungen, also die Verschiebung in der horizontalen xy-Ebene überwacht werden.

Die am 28. Oktober 2020 durchgeführten GPS-Messungen umfassten die Punkte 50181, 50253 und 51256. Seit Messbeginn am 16. November 2001 ist lediglich der Punkt 50181 als vollständige Messreihe vorhanden. Beim Punkt 50253 erfolgte die Nullmessung am 9. Dezember 2003 und beim Punkt 51256 am 12. September 2006.

Eine Gesamtansicht zu diesen drei Messpunkten existiert somit seit September 2006. Betrachtet man die **Verschiebungen in der Lage** dieser drei Messpunkte seit September 2006 bis heute, so zeigt sich, dass alle drei Punkte eine Gesamtverschiebung um 20 bis 25 mm aufweisen. Die Richtung der Verschiebung ist jedoch nicht einheitlich, wie aus Abbildung 3 hervorgeht.



Abbildung 3: Verschiebungsvektoren Lage, Stand Okt 2020 (2495-08-F030b)

Wird der Betrachtungszeitraum ausgedehnt und berücksichtigt man die Messungen seit Messbeginn, so zeigt diese Auswertung grundsätzlich eine Verschiebung gegen Nordwesten für den südwestlichen Bereich von St. German (vgl. Anhang 4). Bei der längsten Messreihe, also beim Punkt 50181 zeigt der jährlich aufsummierte Verschiebungsvektor über 19 Jahre insgesamt eine Länge von rund 45 mm.

Aus der GPS-Messung resultieren somit Verschiebungen in der Lage von 2 bis 3 mm/Jahr. Es handelt sich folglich um eine schwache Bewegung ohne eindeutige Richtung. Eine eindeutige Verschiebung zum Tal hin infolge einer Rutschung kann nicht festgestellt werden.

3.3.2 Hydrogeologische Messungen

Allgemein

Zum Verständnis der hydrogeologischen Messungen bei den in St. German vorhandenen Quellen und Piezometer sind die **klimatischen Bedingungen** in St. German ebenfalls zu beachten. Dazu werden die Messwerte von MeteoSchweiz bei der in Visp betriebenen Messstation aufgearbeitet. In den letzten beiden Syntheseberichten konnten die Jahresmesswerte von 2015 bis 2019 aufgearbeitet werden. In diesem Synthesebericht wird auf die Jahreswerte von 2020 und 2021 eingegangen. Damit wird die Fortsetzung der jährlichen Messwerte sichergestellt.

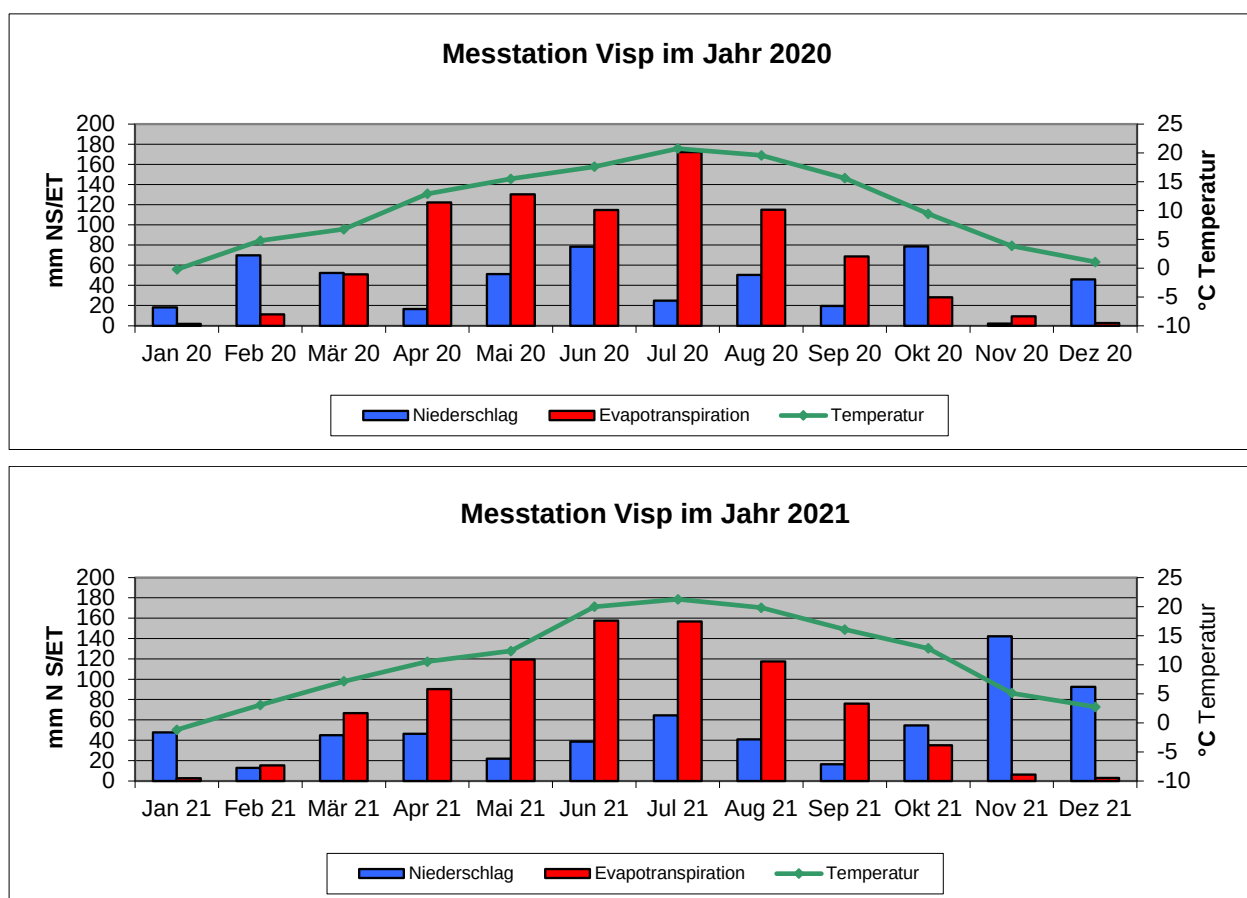


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf der Lufttemperatur sowie Verteilung von Niederschlag und Evapotranspiration der Messstation Visp für die Jahre 2020 und 2021 (2495-05-048)

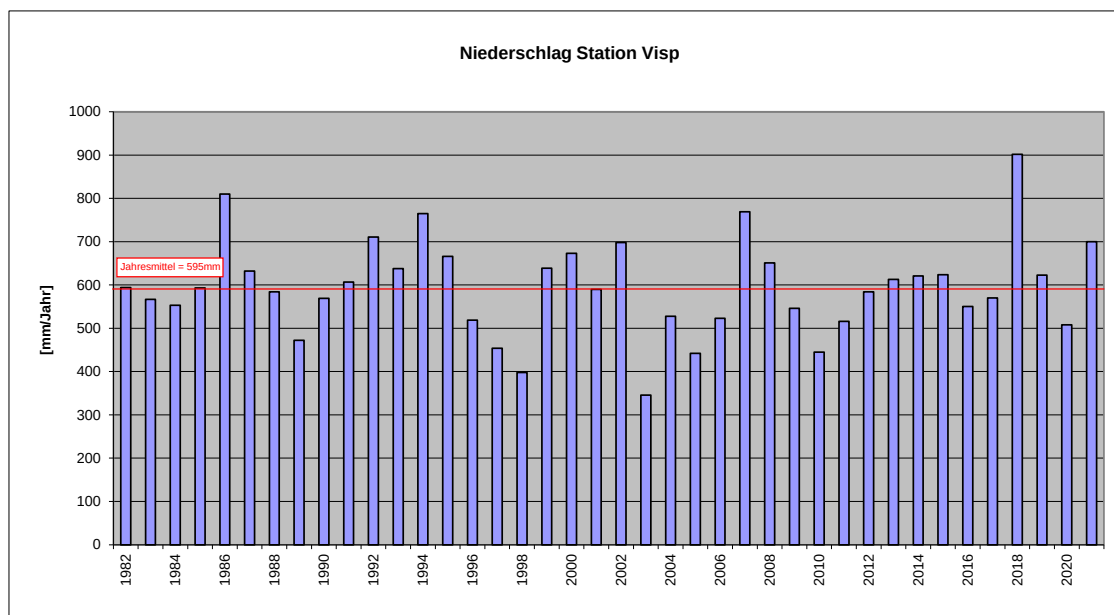


Abbildung 5: Verteilung der Jahressumme für den Niederschlag, gemessen bei der Messstation Visp, inkl. langjähriges Jahresmittel von 1982 bis 2021 (2495-05-047)

Der Jahresniederschlag 2020 beträgt 508 mm und jener von 2021 700 mm. Der Mittelwert 1982 - 2021 befindet sich bei 595 mm. Die Evapotranspiration beträgt 2020 827 mm und im Jahr 2021 776 mm. 2020 fiel deutlich weniger Niederschlag als in den Vorjahren (am wenigsten seit 2010, vgl. Abbildung 5), 2021 hingegen viel.

Nachfolgend eine Zusammenfassung von MeteoSchweiz (Auszüge aus den Klimabulletins der Jahre 2020 und 2021) mit den wichtigsten Charakteristiken des Klimas dieser Jahre: "Das Jahr **2020** war ebenso warm wie das bisherige Rekordjahr 2018. Nach einem rekordwarmen Winter folgte der drittwärmste Frühling mit einer anhaltenden Trockenperiode. Im August und im Oktober fielen auf der Alpensüdseite und in angrenzenden Gebieten massive Niederschläge. Kräftige Neuschneefälle lieferten Anfang Dezember in vielen Gebieten der Alpen überdurchschnittliche Schneehöhen". "Im Jahr **2021** waren in der Schweiz für einmal nicht hohe Temperaturen, sondern der viele Niederschlag das bestimmende Wetterelement".

Quellen

Gemessen wurden bei den Quellen S2, S5, S7 und S7' jeweils Schüttrate, Leitfähigkeit und Temperatur. Ferner wurde je eine Wasserprobe entnommen und auf die Kationen: Na, K, Mg, Ca sowie die Anionen: F, Cl, NO₃, SO₃ und HCO₃ analysiert. Zudem wurde dabei die Gesamthärte und seit März 2011 der Gehalt an Eisen (gelöst) bestimmt.

Die Auswertung der zwei Messungen (September 2020 und März 2021) an den Quellen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Quellaustritt S2 wurde bei den Unwetterereignissen im Frühling 2018 vollständig überdeckt, ist in der Zwischenzeit überwuchert und kann künftig nicht mehr überwacht werden. Die **Schüttrate** bei den anderen drei Quellen war klar erkennbar und lag eher im oberen Bereich. Speziell zu erwähnen ist wieder der Wasseraustritt bei Quelle S7' (März 2020), welcher mit 11.5 l/min nah an den Maximalwert von März 2019 reichte.
- Die gemessene **Wassertemperatur** befindet sich in der seit 2003 erfassten Größenordnung zwischen 8° C und 14° C und zeigt eine normale jahreszeitliche Schwankung.

- Die **Leitfähigkeit** liegt – mit einem Ausreisser im September 2020 bei Quelle S7 – bei den drei Quellen S5, S7 und S7' bei rund 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Bei den **chemischen Parametern** zeigt die Quelle S5 immer noch sehr konstante Konzentrationen zu den vergangenen Jahren. Bei den Quellen S7 und S7' sind bei vereinzelt Parametern Schwankungen erkennbar. Zu beachten ist, dass diese beiden Quellen im Einflussbereich der Grundwasserpumpstation Tscherggen liegen.

Piezometer

Bei den Piezometern SG1, SG2, SG4, SG5, SG6, SG10 sowie SG12 bis SG31 wurden jeweils Wasserstand, Leitfähigkeit und Temperatur gemessen. Zusätzlich wurde bei den Piezometern SG4, SG10, SG14 und SG24 je eine Wasserprobe entnommen und auf die Kationen: Na, K, Mg, Ca sowie die Anionen: F, Cl, NO_3 , SO_3 und HCO_3 analysiert. Zudem wurde dabei die Gesamthärte bestimmt.

Die Auswertung der Messungen an den Piezometern lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die **Grundwasserkoten** folgen grundsätzlich dem jahreszeitlichen Verlauf bzw. zeigen weiterhin sehr konstante Wasserspiegel. Am stärksten pendelt die Grundwasserkote in den beiden tiefgründigen Piezometern SG1 und SG5 sowie im SG22 (vgl. Abbildung 6). Der Einfluss der Pumpstation Tscherggen auf die Piezometer SG1 und SG5 ist nachgewiesen und wird im Abschnitt 3.4 besprochen.
- Die gemessenen **Wassertemperaturen** zeigen zwischen März und September keine ausgeprägten jahreszeitlichen Schwankungen mehr. In der Zeit von 2010 bis 2014 hat man immerhin beim SG24 Schwankungen von 8° C bis 12° C gemessen. Ab 2017 befinden sich die gemessenen Wassertemperaturen bei allen Piezometern zwischen 12° C und 13° C.
- Die Werte der **elektrischen Leitfähigkeit** zeigen bei SG10, SG13, SG24, SG26 und SG31 recht grosse Veränderungen. Die Konzentration der Leitfähigkeit liegt für diese Piezometer über 1'000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Piezometer SG17 liegt seit März 2017 ziemlich konstant auf diesem Niveau. Die übrigen Piezometer zeigten relativ konstante Leitfähigkeiten zwischen 300 und 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (vgl. Abbildung 7). Erstaunlich ist nach wie vor SG24. Seit 2014 steigt seine Leitfähigkeit von einem jahrelangen konstanten Wert von 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf über 1'300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (März 2019) und liegt im März 2021 immer noch 1'154 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die sehr hohe elektrische Leitfähigkeit des Piezometers SG13 ist gemäss Geologe auf die starke Verschlammung des Wassers im Piezometer zurückzuführen.
- Bei den **chemischen Parametern** konnten im Allgemeinen bei SG4, SG10 und SG14 keine aussergewöhnlichen Veränderungen festgestellt werden. Zeigte sich bei SG4, dass alle Parameter unverändert bleiben, waren bei SG10 und SG14 einzig bei Natrium und Chlorid grössere Veränderungen messbar. Markant bleibt SG24. Sämtliche chemischen Parameter zeigen gegenüber 2014 eine klare Zunahme. Dies deckt sich mit der Messung der Leitfähigkeit.

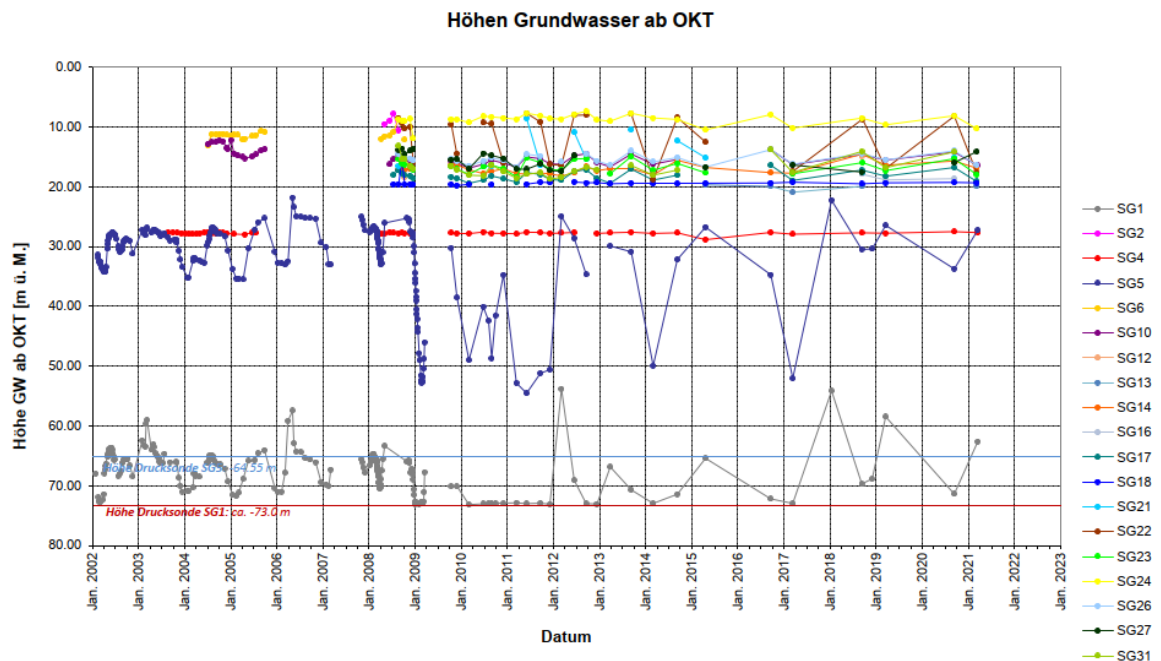


Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf der Grundwasserkote in den Piezometern

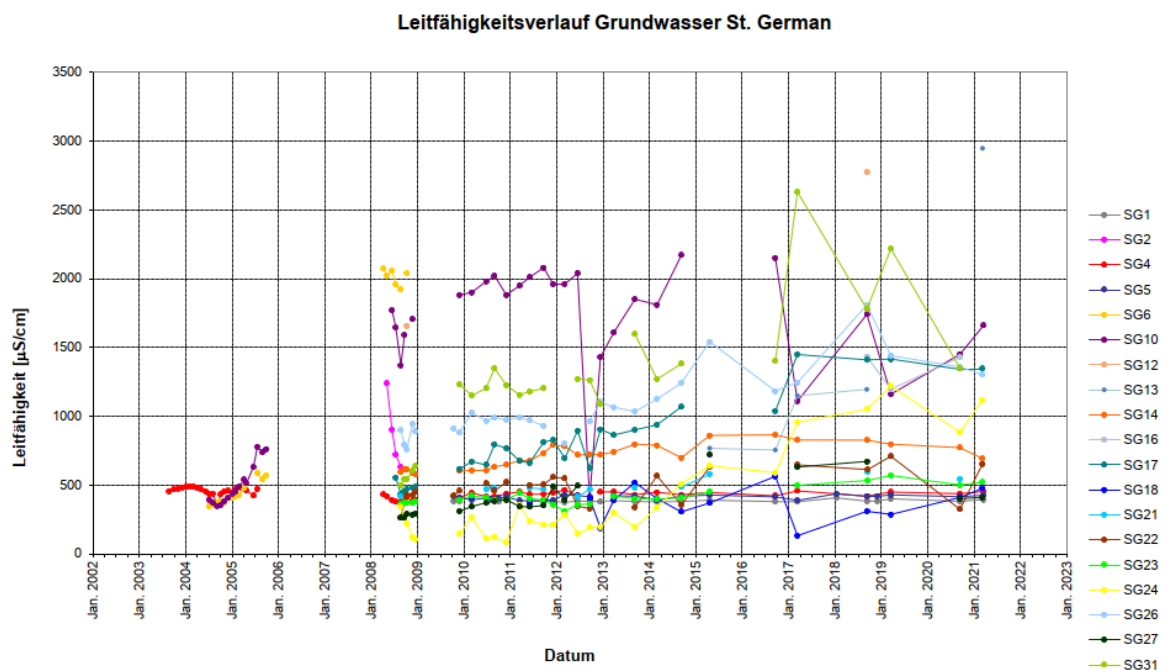


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Leitfähigkeit in den Piezometern

Bis 2014 wurde davon ausgegangen, dass es in St. German Zonen gibt mit stillstehendem Wasser (SG10) und Zonen, wo Frischwasser zirkuliert (SG24). Dies hat sich bei den beiden Piezometern SG10 und SG24 bis 2014 klar gezeigt. Der Verlauf des Sickerwassers hat sich jedoch ab 2014 lokal verändert. Erkennbar wird das, weil beim Piezometer SG24 neben der Zunahme der Grundwassertemperatur auch eine Zunahme der Leitfähigkeit sowie der chemischen Parameter messbar ist. Die ursprünglich festgestellte Heterogenität bei der Grundwasserbeschaffenheit der beiden knapp 60 m voneinander entfernt liegenden Piezometern SG10 und SG24 scheint zu verschwinden (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9). Dem Piezometer SG24 fließt wenig bis kein Frischwasser mehr zu.

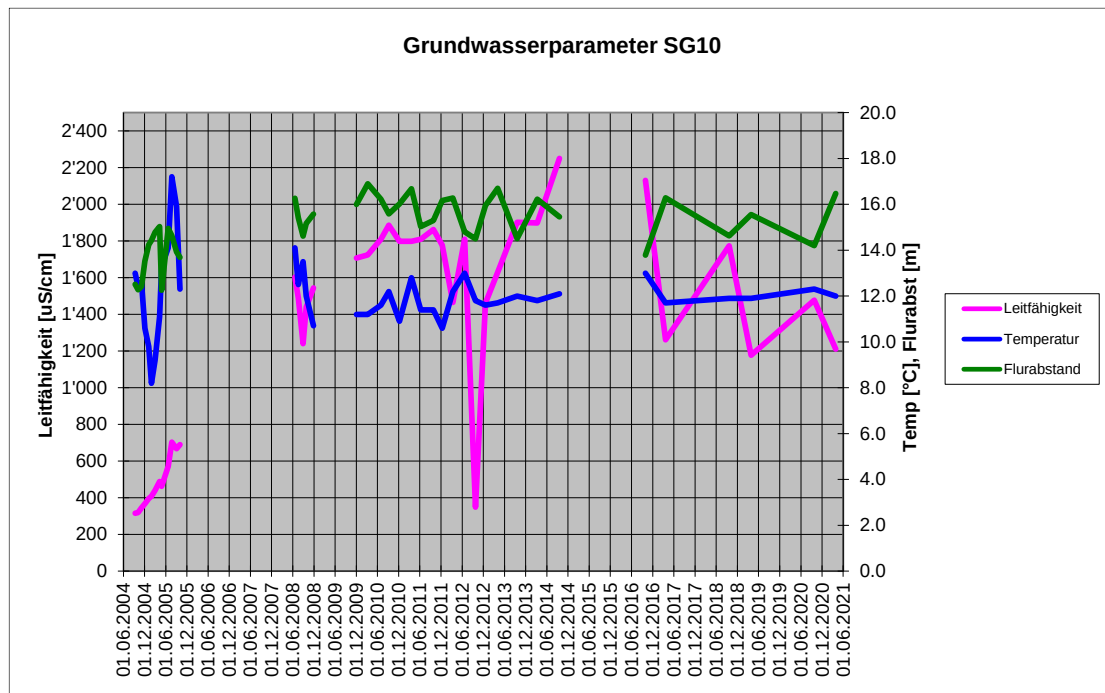


Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf von Leitfähigkeit, Temperatur und Flurabstand bei SG10 (2495-05-052)

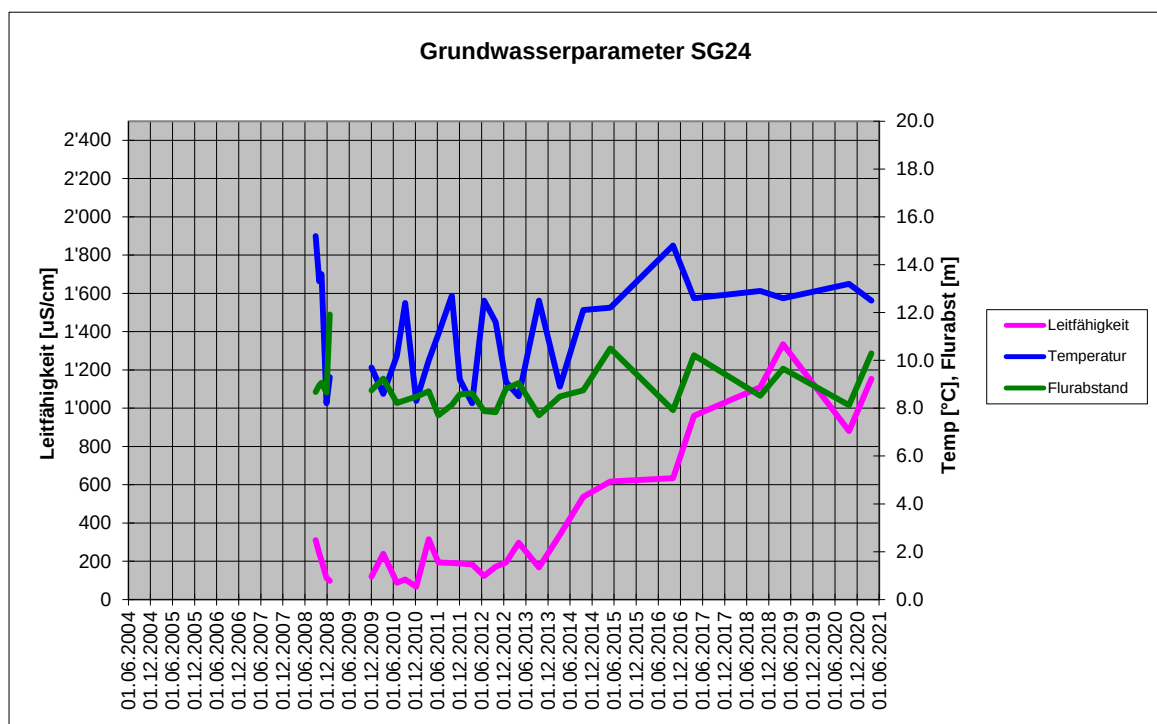


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf von Leitfähigkeit, Temperatur und Flurabstand bei SG24 (2495-05-052)

Grundwasserpumpstation Tscherggen

Bei der Pumpstation Tscherggen wurden Wasserstand, Leitfähigkeit und Temperatur gemessen. Ferner wurde eine Wasserprobe entnommen und auf die Kationen: Na, K, Mg, Ca sowie die Anionen: F, Cl, NO₃, SO₃ und HCO₃ analysiert. Zudem wurden dabei die Gesamthärte, seit März 2011 der Gehalt an Eisen (gelöst) und seit Juni 2012 der Sauerstoffgehalt bestimmt.

Der Pegelverlauf bei der Pumpstation ist in Abbildung 10 dargestellt. Die Pumpe ist ganzjährig in Betrieb. Die maximale Absenkung erfolgt jeweils im Winter. Die maximale Absenkkote liegt auf 650 m ü. M. und wurde in den vergangenen sieben Jahren nicht erreicht.

Die beiden Piezometer SG1 und SG5 zeigen, wie bereits mehrmals bestätigt, eine direkte Korrelation mit dem Pumpbetrieb der Pumpstation Tscherggen (vergl. Abbildung 11).

Die Wasserproben aus der Pumpstation Tscherggen zeigen weiterhin sehr konstante chemisch-physikalische Parameter. Die stärksten Schwankungen werden weiterhin beim Gehalt an gelöstem Eisen gemessen. Der Maximalwert beim Nitrat von 0.6 mg/l im März 2019 ist wieder gesunken auf < 0.5 mg/l im März 2021.

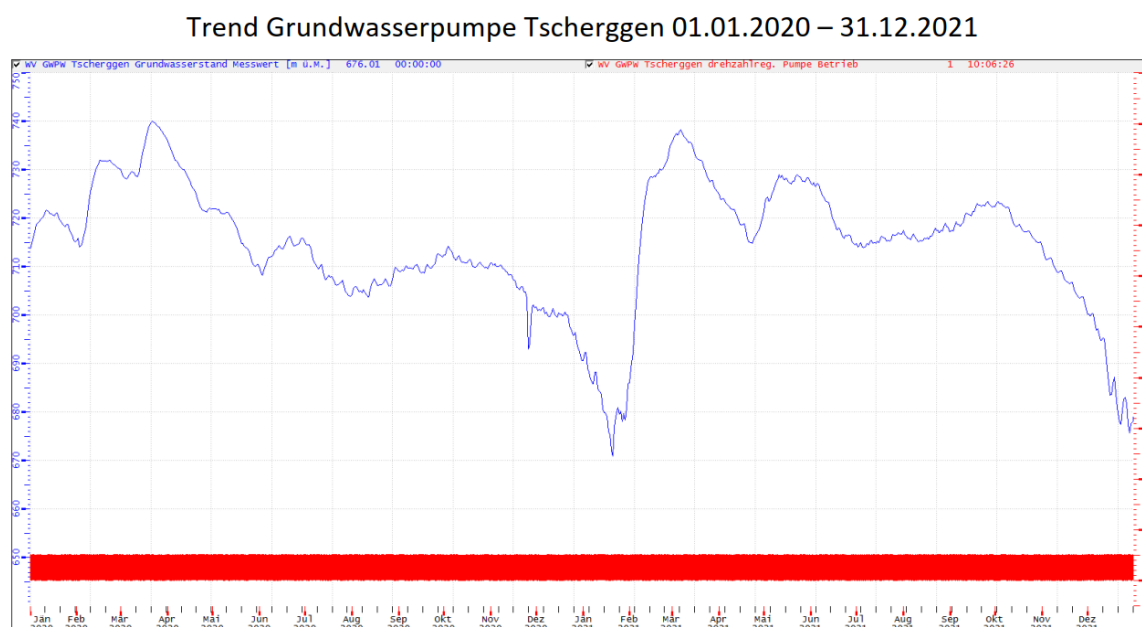


Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf Grundwasserstand der Pumpstation Tscherggen Januar 2020 bis Dezember 2021 (blaue Kurve) und Pumpbetrieb (roter Balken)

Inklinometer bei SG18

Seit der Nullmessung am 22. September 2010 wird eine leichte Verschiebung in einer Tiefe von rund 3.5 m nach Süd weiterhin bestätigt. Die Grösse liegt im mm-Bereich. Zudem zeigt sich in einer Tiefe von rund 11 m eine Verschiebung nach Westen sowie ein kleiner Bauch bei - 14 m in östlicher Richtung. Die Gesamtlänge des Inklinometers beträgt 20 m. Die Verschiebungen liegen sowohl oben als auch unten unter 4 mm (Anhang 2). Diese Werte liegen im Bereich der Messgenauigkeit und geben keinen Anlass, die Überwachung anzupassen.

3.4 Überlagerung geodätische und hydrogeologische Messungen

Betrachtet werden Nivellementmesspunkte entlang der Südstrasse und Pegelmessungen bei der Grundwasserpumpstation Tscherggen sowie beim Piezometer SG5. Abbildung 11 verdeutlicht den Einfluss des Ende 2008 aufgenommenen Pumpbetriebs auf das Setzungs- bzw. Hebungsverhalten im Umkreis der Grundwasserpumpstation. Der Verlauf des Grundwasserspiegels korreliert nach wie vor mit dem Setzungsverhalten des Geländes entlang der Südstrasse.

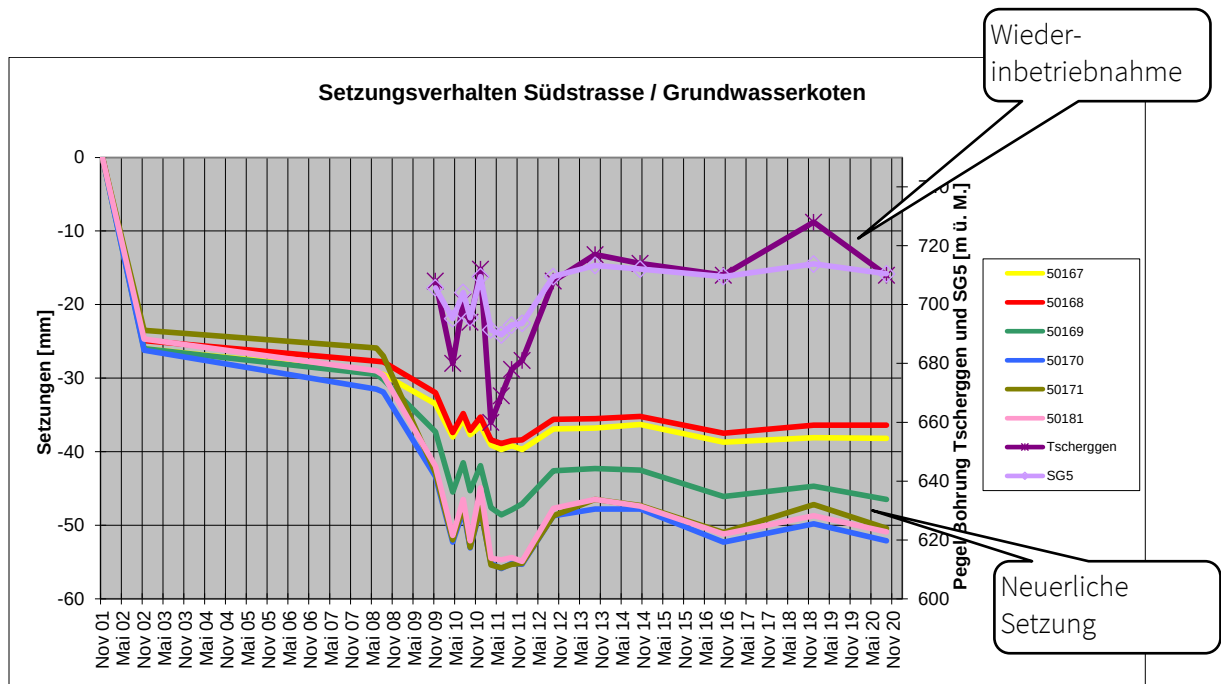


Abbildung 11: Ungefährer zeitlicher Verlauf der Grundwasserkoten bei SG5 und Pumpstation Tscherggen sowie Setzungsverhalten entlang der Südstrasse (2495-05-025)

3.5 Schlussfolgerungen

Zusammengefasst kann die Überwachung 2020 und 2021 wie folgt beschrieben werden:

- Im **Langzeitsetzungsperimeter** betragen die Setzungen in den letzten vier Jahren bis zu 4 mm/Jahr. Die Setzungen werden weiter andauern. Der **übrige Dorfteil** kann grundsätzlich als stabil bezeichnet werden. Die Setzungen liegen bei 0 bis 2 mm / Jahr.
- Im Sektor Am Bach wird im Grundwasser seit langem eine erhöhte **Leitfähigkeit** festgestellt. Die ständige Zunahme der Leitfähigkeit beim Messpunkt SG24, am südlichen Rand des Sektors Am Bach ist in der letzten Messperiode leicht gesunken.
- Markant ist der Piezometer SG24 auch betreffend die gemessenen **chemischen Parameter**. Die Konzentrationen an Kationen- und Anionen steigen laufend an.
- Der Einfluss des **Pumpbetriebs in Tscherggen** auf die Sektoren Dorfstrasse und Südstrasse ist messbar und führt zu Hebungen und Setzung. Diese liegen bisher in einem Umfang von 5 - 10 mm.

4 Ausblick

Mit dem vorliegenden Synthesebericht zu den Überwachungen 2020 und 2021 erscheint der dritte Bericht der Überwachungsperiode 2015 - 2025. Der nächste Bericht erscheint 2023 und behandelt die Messungen in den Jahren 2022 und 2023. Das Programm ist in Tabelle 4 dargestellt. Aufgrund der im vorliegenden Bericht dokumentierten Auswertung der verschiedenen Messungen und der dadurch gewonnenen Erkenntnisse drängt sich eine Anpassung des Messprogrammes nicht auf.

		2022												2023											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PLANAX	Nivellementnetz																								
	GPS-Messung																								
OSPAG	Inklinometermessung SG 18																								
	Piezometer SG 1, 2, 4, 5, 6, 10 und 12-31																								
	Quellen S 2, 5, 7 und 7'																								

Tabelle 4: Überwachungsprogramm 2022 bis 2023 (2495-05-057)

Am 6. Februar 2020 ereignete sich im Tunnel Ost des Lötschberg-Basistunnels bei km 46+500 ein Wasserzutritt mit einem erheblichen Eintrag von Schlamm und Sand. Dabei wurde die Fahrbahn mit Material komplett überdeckt. Gleichzeitig konnte auch im Tunnel West auf gleicher Höhe bei km 46+460 ein Wasserzutritt mit Materialeintrag festgestellt werden. Umfassende und intensive Untersuchungen zur Herkunft des schlammhaltigen Wassers wurden durchgeführt. Dabei wurde auch eine Nivellementmessung in St. German durchgeführt sowie die Gemeinde Raron zum Vorfall informiert.

Gemäss dem Untersuchungsbericht des Geologen ist es sehr unwahrscheinlich, dass aus geologischer Sicht ein Zusammenhang zwischen dem Wasserzutritt bei km 46+500 und einer Beeinflussung im Gebiet St. German besteht. Dies ist gemäss nachfolgender Abbildung auch klar erkennbar.

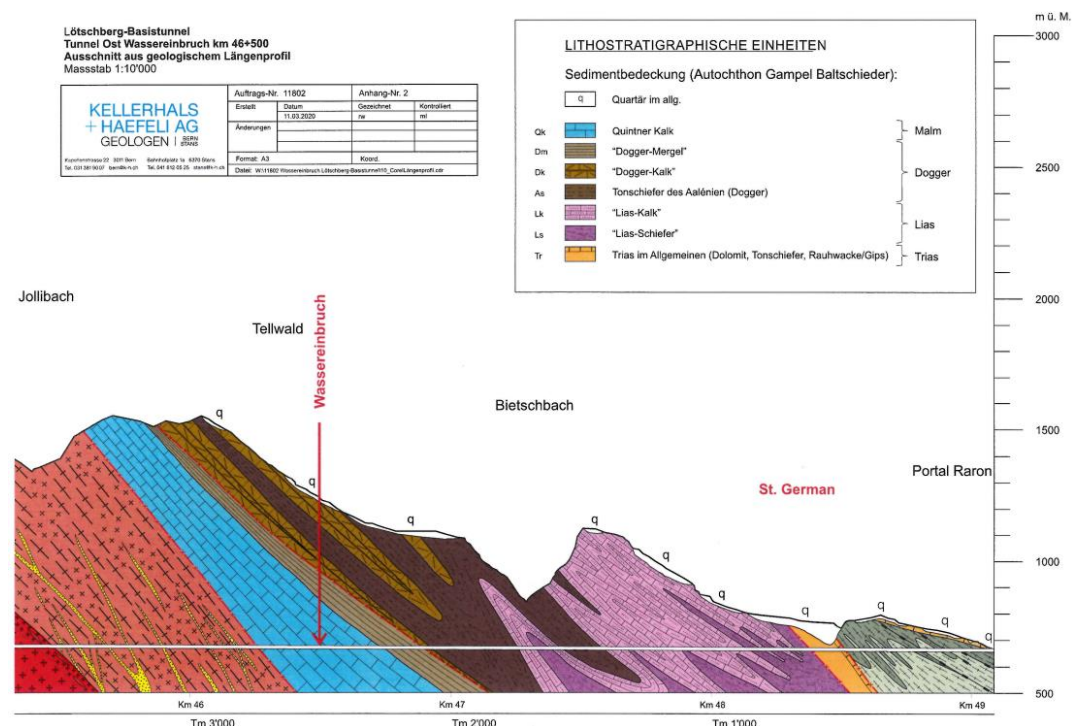


Abbildung 12: Geologisches Längenprofil gemäss Bericht Kellerhals + Häfeli, 18.03.2020

Anhangverzeichnis

Anhang 1	Orthofoto St. German
Anhang 2	Auswertung Inklinometer SG18 2010 bis 2020
Anhang 3	Auswertung Strassennivellementmessungen 2018 bis 2020 (2495-05-063)
Anhang 4	Auswertung Lageüberwachung mit GPS 2001 bis 2020 (2495-08-F030b)

Orthofoto St. German



Orthofoto St. German vom 12. Juni 2013, inkl. ausgewählte Nivellementpunkte in Rot sowie Piezometer (SGx) und Quellen (Sx) in Blau (2495-05-052)

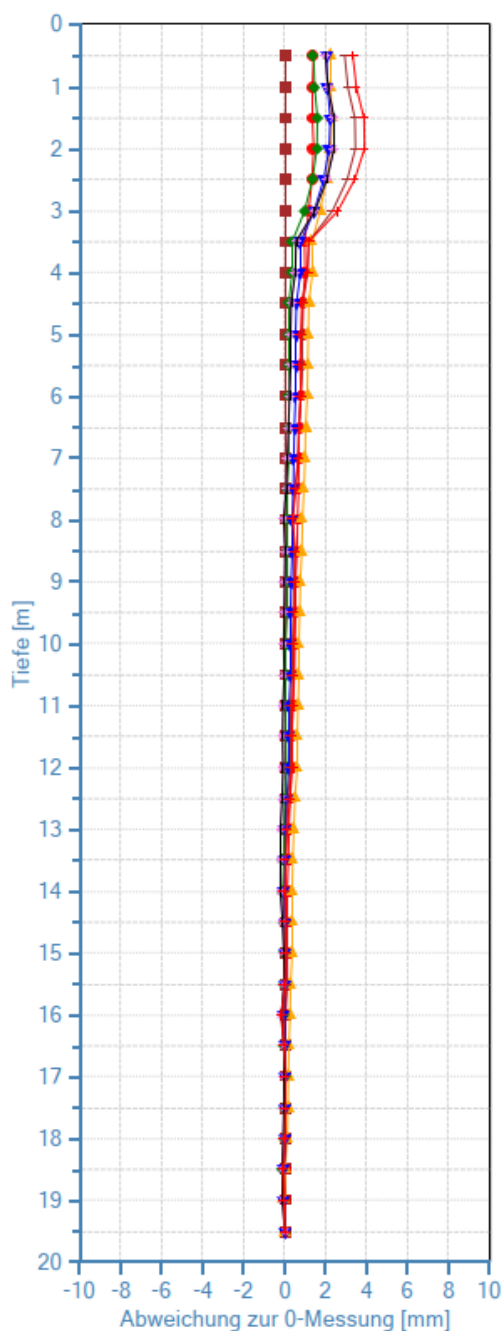
Auswertung Inklinometer SG18 2010 bis 2020

Projekt:
Bohrloch:
0-Messung:

71020 Überwachung St. German
SG18
22.09.2010

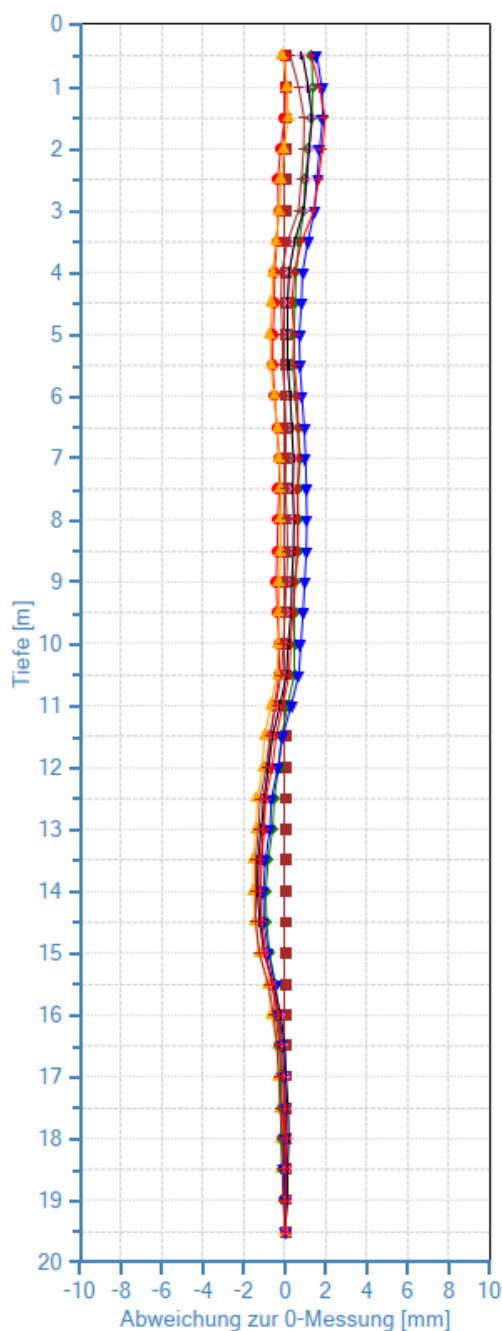


SG18 SG18 A



■ 22.09.2010 ● 15.12.2011 ▲ 08.10.2012
 ● 03.10.2013 ▲ 18.09.2014 ▲ 30.09.2016
 ■ 05.12.2016 ■ 20.09.2018 ■ 24.09.2020

SG18 SG18 B

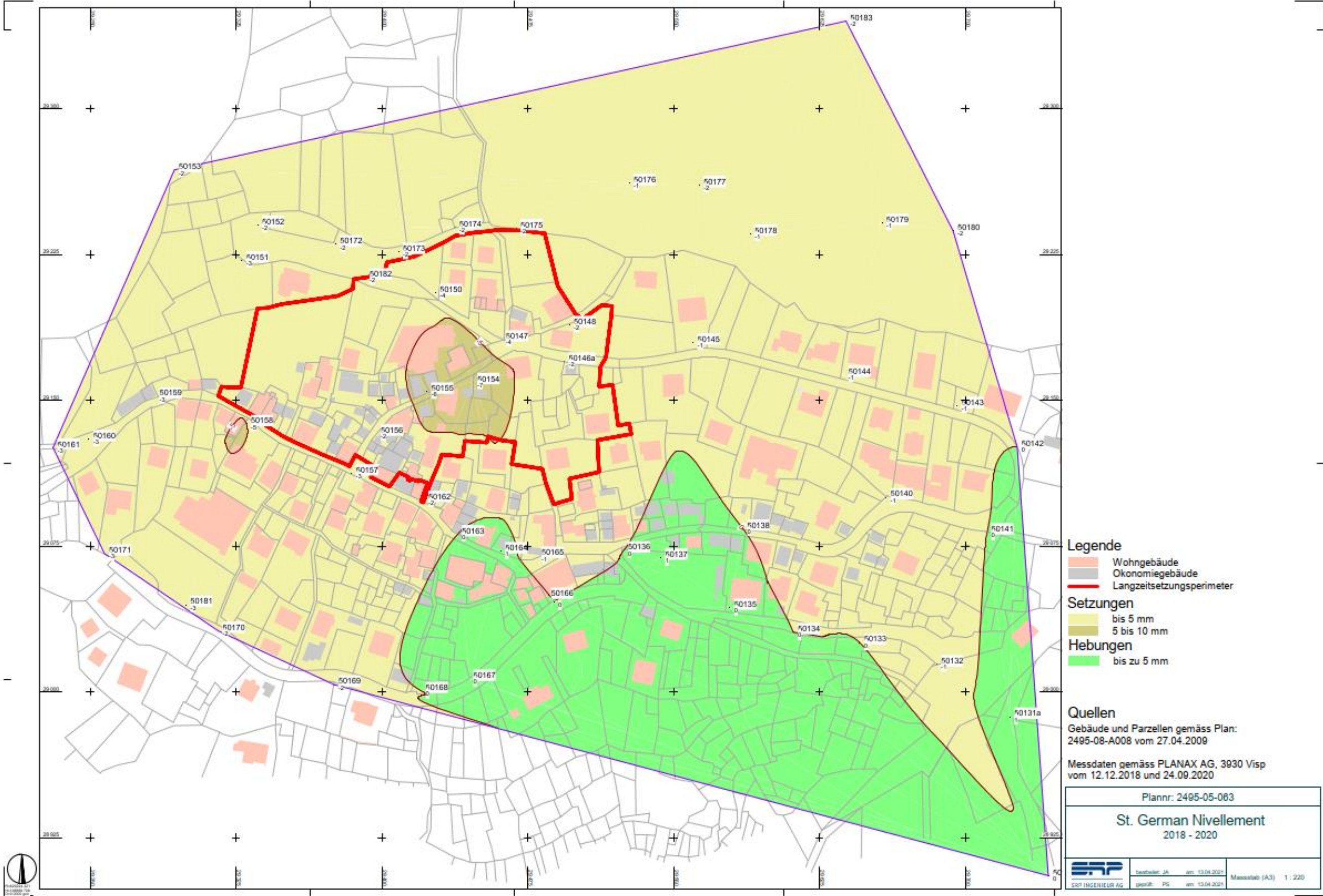


■ 22.09.2010 ● 15.12.2011 ▲ 08.10.2012
 ● 03.10.2013 ▲ 18.09.2014 ▲ 30.09.2016
 ■ 05.12.2016 ■ 20.09.2018 ■ 24.09.2020

Achse A: Nord-Süd, positive Werte zeigen Verschiebung nach Süden

Achse B: Ost-West, positive Werte zeigen Verschiebung nach Westen

Auswertung Strassennivellementmessungen 2018 bis 2020



Auswertung Lageüberwachung mit GPS 2001 bis 2020