



Oberingenieurkreis I

Tiefbauamt
des Kantons Bern

Orientierende Unterlage zum Wasserbauplan
Beilage 9.5

Gemeinde	Heimberg	Datum Dossier	
Erfüllungspflichtiger	Gemeinde Heimberg	Revidiert	
Gewässernummer	58435	Projekt-Nr.	WBP100054
Gewässer	Chrebsbach	Plandatum	30.08.2019
Plan-Nr.	51-1502	Format	

Revitalisierung / Hochwasserschutz Chrebsbach und Loueligrabe

Unterlage

Überflutungsmodellierung Giessen / A6

Projektverfasser:



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

Wasserbauplangenehmigung:



Gemeinde Heimberg

Chrebsbach Heimberg

Überflutungsmodellierung Giessen im Zusammenhang mit Abklärungen zur Kapazitätsvergrößerung Chrebsbachdurchlass unter A6

Bern, 30.08.2019



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

Schwarztorstr. 7, CH-3007 Bern Tel. 031 - 370 05 80

Impressum

Projekttitlel	Überflutungsmodellierung Giessen im Zusammenhang mit Abklärungen zur Kapazitätsvergrößerung Chrebsbachdurchlass unter A6
Projektnummer	H2019.01
Auftraggeberin	Bauverwaltung Gemeinde Heimberg
Projektbearbeitung	Flussbau AG SAH, Schwarztorstrasse 7, 3007 Bern, Tel. 031 370 05 80 – Thomas Berchtold, Dr. sc., Dipl.- Bau-Ing. ETH – Simone Grindat, MSc ETH Umwelt-Ing.
Dokumentendatum	30.08.19
Version / Verteiler	v1.0 / Auftraggeber, B+D
Freigabe	-

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Auftrag	1
1.2	Vorgehensweise	1
1.3	Grundlagen	2
2	Szenarien und Randbedingungen	3
2.1	Hydrologie	3
2.2	Charakteristika Abfluss	5
2.3	Wasserspiegel Giessen	5
2.4	Entlastung in Aare	5
2.5	Terrainkoten entlang A6 (IST und Projekt)	6
3	Numerisches Modell	7
3.1	Numerisches Modell	7
3.2	Geländemodell und Perimeter	7
4	Resultate	9
4.1	Einfluss zusätzlicher Abfluss Ummlere	9
4.2	Einfluss Grundwasserspiegel	11
4.3	Einfluss Entlastungskapazität	12
4.4	Einfluss Zuflussganglinie	14
4.5	Zusätzlicher Zufluss aus Quartieren Bäumberg und Hubel	14
5	Schlussfolgerungen	17

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Im Zuge der Erneuerung der A6 soll bei Bedarf die Gelegenheit genutzt werden, die Kapazität des unterquerenden Chrebsbaches mit verhältnismässig geringem Aufwand auszubauen. Mit der Ausdolung des Chrebsbaches und zusätzlichem Einleiten der Strassenentwässerung hat sich die Hydrologie des Chrebsbaches gegenüber der Gefahrenkarte Heimberg [1] und gegenüber den Abschätzungen aus dem Hochwasserschutzkonzept [2] verändert.

Das Ingenieurbüro Bühler + Dällenbach Ingenieure AG (B+D) hat zudem die bestehende Abflusskapazität des unterquerenden Chrebsbaches geprüft, abgeschätzt und eine Optimierung vorgeschlagen.

Die Flussbau AG wurde beauftragt, mit dem vorhandenen 2D-Modell das Retentionspotenzial in den Giessen sowie der Überflutungsperimeter unter Berücksichtigung der neuen Randbedingungen und des Hochwasserschutzkonzeptes abzuschätzen. Daraus sollen Grundlagen für die Diskussion von möglichen Massnahmen geschaffen werden.

Konkret sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie verändert der zusätzliche Eintrag aus der Ummleren den Überflutungsperimeter?
- Gibt es zusätzlich zur Landwirtschaftsfläche weitere Überflutungsflächen mit Schadenpotenzial (CIS Sportanlage?)
- Wie verbessert eine zusätzliche neue Entlastungsleitung die Überflutungssituation?
- Wie hoch müsste ein allfälliger Wall entlang der A6 sein und was sind die Auswirkungen auf den Überflutungsperimeter?

1.2 Vorgehensweise

Zur Beantwortung obiger Fragen wurde folgendes Vorgehen definiert:

- Die vorhandenen Grundlagen und Randbedingungen werden erfasst.
- Unterschiedliche Gefahrenszenarien werden definiert, die für die vorliegenden Fragestellungen massgebend sind.
- Das numerische Modell wird auf den neusten Stand gebracht. Das Geländemodell soll mit aktuellen LIDAR-Daten verbessert werden.
- Für vier unterschiedliche Ausbaustände sollen Hochwasserabflussszenarien für unterschiedliche Randbedingungen und jeweils für einen Frühlingwasserstand und Hochwasserabfluss in der Aare berücksichtigt werden. Die vier Ausbaustände umfassen:
 - Bisheriger Zustand gemäss Gefahrenkarte
 - IST Zustand nach Revitalisierung Chrebsbach (mit Ummlere), alte Leitungsunterquerung
 - IST Zustand nach Revitalisierung Chrebsbach (mit Ummlere), neue Leitungsunterquerung
 - IST Zustand nach Revitalisierung Chrebsbach (mit Ummlere) mit HWS-Damm Entlang der Autobahne und alter Leitungsunterquerung.
- Dokumentation und Präsentation der Resultate

In einem nachträglichen Schritt wurde die Hydrologie durch die Zuflüsse aus der Kanalisation Ummlere sowie aus den Quartieren Bäumberg und Hubel durch B+D ergänzt und die massgebenden Modellierungen mit angepasster Hydrologie wiederholt (Abschnitt 4.5).

1.3 Grundlagen

Projektgrundlagen

- [1] Gemeinde Heimberg (2011): Gefahrenkarte Heimberg. *Flussbau AG SAH, geo7 AG.*
- [2] Gemeinde Heimberg (2014): Hochwasserschutzkonzept Gemeinde Heimberg. *Flussbau AG SAH, Gerber + Pierren Ingenieure AG.*
- [3] Gemeinde Heimberg (14.09.2018): Revit./HWS Chrebsbach, Loueligraben – Varianten Autobahnquerung. *Bührer + Dällenbach Ingenieure AG.*
- [4] Gemeinde Heimberg (27.11.2018): Vorabzug Wasserbauplan Revitalisierung / Hochwasserschutz Chrebsbach, Querung Nationalstrasse N06 - Längenprofil. *Bührer + Dällenbach Ingenieure AG.*
- [5] Amt für Geoinformation Kanton Bern (2015): Digitaler Übersichtsplan UP 5.
- [6] BASEMENT – Basic Simulation Environment for Computation of Environmental Flow and Natural Hazard Simulation. Version 2.8 © ETH Zürich, VAW, 2006-2018.
- [7] Gemeinde Heimberg (2018): Revitalisierung / Hochwasserschutz Chrebsbach - Querung Nationalstrasse N06, Wasserbauplan Vorabzug; Längenprofil Plan-Nr. 51-1502.323 vom 27.11.2018; *Bührer + Dällenbach Ingenieure AG.*
- [8] Bundesamt für Strassen ASTRA (2019): N06 / Kiesen - Thun-Nord, EP Rubigen - Thun-Nord, Projektpläne Submission Situation, QP, NP, 29.03.2019. *Ingenieurgemeinschaft Vier.*

2 Szenarien und Randbedingungen

2.1 Hydrologie

Chrebsbach und Loueligraben

Der Bemessungsabfluss orientiert sich an einem HQ_{100} -Ereignis in Heimberg, welches von einem Starkniederschlagsereignis (Gewitter) ausgeht.

Im Chrebsbach tritt im heutigen Zustand gemäss Gefahrenkarte [1] eine HQ_{100} -Abflussspitze von $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ auf (Tabelle 1). In Zukunft erhöht sich diese Spitze durch das zusätzlich eingeleitete Wasser aus der Ummleren auf $2 \text{ m}^3/\text{s}$ [4] und unter Berücksichtigung des zusätzlichen Strassenwassers von $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Referenz) und des Abflusses aus den Quartieren Bäumberg und Hubel von $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Referenz) erhöht sich die Abflussspitze im Chrebsbach auf $3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Im Loueligraben oberhalb Heimberg ist die Hochwasserspitze des HQ_{100} -Ereignisses zu $7.6 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeschätzt [1]. Aufgrund verschiedener Kapazitätsengpässe entlang des Loueligrabens und dessen Zubringer kommt es im Ereignisfall zu Ausuferungen und Entlastungen. Bei der Mündung in den Chrebsbach weist der Loueligraben heute eine maximale Abflusskapazität von ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Da mit einer allfälligen Umsetzung des Hochwasserschutzkonzepts [2] mit Massnahmen am Loueligraben dessen Abflusskapazität erhöht würde, wird von einem maximalen Abfluss von $2 \text{ m}^3/\text{s}$ bei der Mündung in den Chrebsbach ausgegangen.

	Abfluss Ist, HQ_{100}	Abfluss Neu mit Ummlere, HQ_{100}
Loueligrabe	$2.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$2.0 \text{ m}^3/\text{s}$
Chrebsbach	$1.2 \text{ m}^3/\text{s}$	$2.0 \text{ m}^3/\text{s}$

*Tabelle 1:
Abflüsse HQ_{100}*

Gemäss Gefahrenkarte [1] entspricht die Ganglinie im Loueligraben oberhalb Heimberg einer Dreiecks-Abflussganglinie mit Dauer von 90 min ($5\cdot400 \text{ s}$). Diese Ganglinie wurde für die Mündung in den Chrebsbach auf einen maximalen Abfluss von $2 \text{ m}^3/\text{s}$ limitiert und weist deshalb einen langen konstanten Abfluss auf. Diese Abflussganglinie wurde ebenso auf den Chrebsbach übertragen, einmal mit, einmal ohne Berücksichtigung des zusätzlichen Eintrags aus der Ummleren. Als Variante wurden die Ganglinien auf 180 min ($10\cdot800 \text{ s}$) verlängert, indem der abklingende Ast in die Länge gezogen wurde. Diese Variante dient der konservativen Annahme, dass nach einem erhöhten Abflussereignis weiterhin Wasser durch den Chrebsbach in die Giessen fliesst. Die Ganglinien sind in Abbildung 1 dargestellt. Die nachträglichen Abflussergänzungen aus dem Strassenwasser und den Gebieten Bäumberg und Hubel wurden als effektive Abflussspitze auf die bisherige Ganglinie zugeschlagen. Damit wird dem erwarteten raschen Abflussregime aus den nahen Siedlungsräumen besser Rechnung getragen (Abbildung 2).

Abbildung 1:
Ganglinien Abflüsse
Loueligrabe und Chrebs-
bach

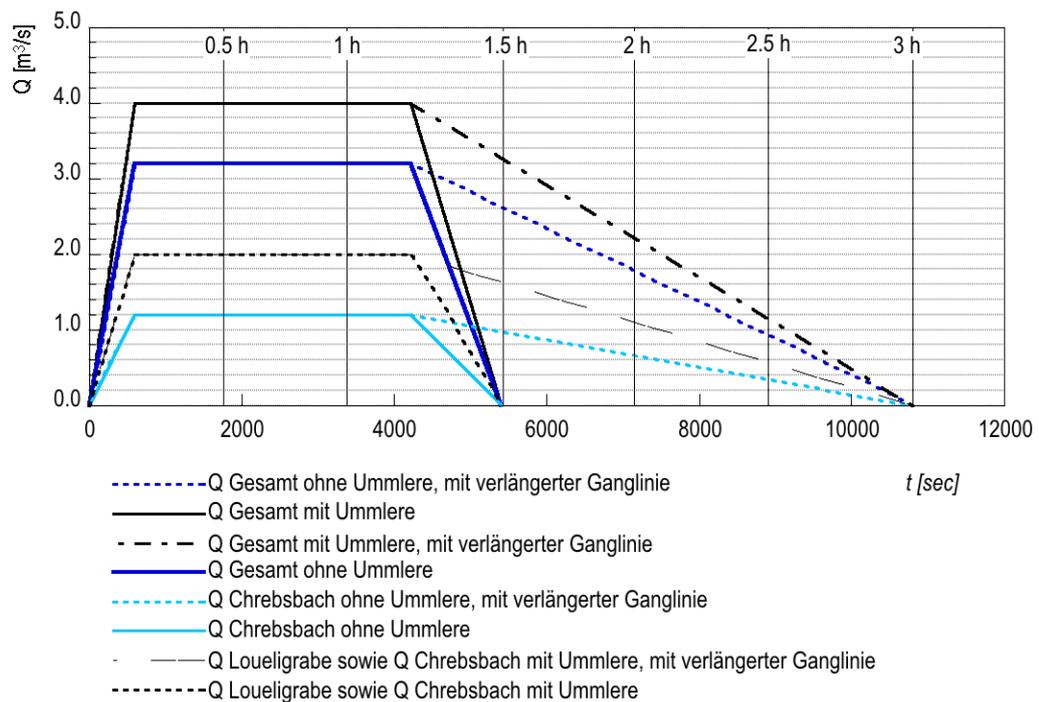
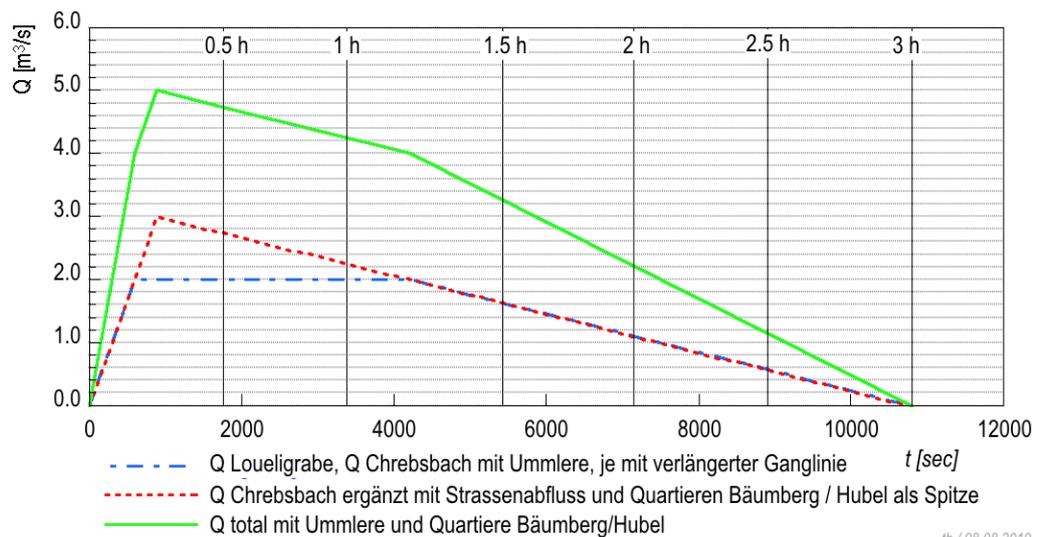


Abbildung 2:
Abflussganglinien nach
Ergänzung durch zusätz-
liches Strassenwasser
und die Quartiere Bäum-
berg und Hubel.



tb / 08.08.2019

Aare

Das Gebiet der Giessen wird bei erhöhten Abflüssen der Aare nicht direkt überflutet aufgrund des bestehenden Hochwasserschutzdamms entlang der Aare. Durch die bestehenden Entlastungsleitungen kann die Aare jedoch einen Rückstau in die Giessen bewirken.

Dieser Rückstau der Aare wird für zwei Szenarien berücksichtigt, die Wasserkoten gemäss [4]:

- Mittlerer Frühlingsabfluss der Aare ($Q = 220 \text{ m}^3/\text{s}$) mit reduziertem Einstau. Die Abflusskote des Frühlingsabflusses beträgt 542.31 m ü. M. und wurde durch Bühler + Dällenbach Ingenieure AG am 04.06.2018 gemessen.
- HQ_{30} der Aare, welche die gesamte Entlastungsleitung einstaut. Die Hochwasserkote des HQ_{30} auf Höhe der Giessen beträgt 543.75 m ü. M. gemäss [4].

Eine Kopplung der Ereignisse HQ_{100} der Aare und HQ_{100} des Chrebsbach wird als äus-

serst unwahrscheinlich erachtet und hier nicht weiter betrachtet.

2.2 Charakteristika Abfluss

Für das Gerinne sowie das Vorland wurde eine Rauheit nach Strickler von $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angenommen. Das Vorland, welches überflutet wird, ist geprägt durch Wiese.

Ab der Mündung des Loueligraben in den Chrebsbach ist die Neigung des Gewässers gering, wodurch tiefe Fließgeschwindigkeiten zu erwarten sind.

2.3 Wasserspiegel Giessen

Der Grundwasserspiegel, Koten aus [4], liegt im Bereich der Giessen frei. Bei geringem Zufluss aus dem Chrebsbach wird alles Wasser über die Giessen und das Grundwasser abgeführt. Es wird kein Wasser entlastet. Als massgebender Anfangswasserspiegel im Giessen (Grundwasserspiegel) wird die Kote von 543.30 verwendet, welche durch Bühler + Dällenbach am 04.06.2018 abgeschätzt wurde, zeitgleich mit dem als Frühlingsabfluss bezeichnete Aareabfluss. Die Giessen sind vor dem modellierten Hochwasserereignis bereits bis auf die Kote von 543.30 m ü. M gefüllt. Diese Kote stimmt mit der Überfallkante des Entlastungsbauwerks überein. Sollte der Wasserspiegel weiter ansteigen, springt gleichzeitig die Entlastung an. Als konservative Annahme wird ein erhöhter Wasserspiegel im Giessen als Ausgangsbedingung angenommen, welcher als maximaler Grundwasserspiegel in [7] mit 543.60 m ü. M. angegeben ist.

2.4 Entlastung in Aare

Entlastung Giessen

Wird der Chrebsbach in den Giessen nicht mehr über das Grundwasser abgeleitet und steigt der Wasserspiegel an, werden die Giessen über eine Hochwasserentlastung, welche unter der Autobahn A6 durchführt, direkt in die Aare entlastet. Aktuell besteht die Entlastung aus zwei parallel geführten Leitungen DN600. Diese Leitungen führen unterhalb der Autobahn A6 in die Aare. Die Entlastung springt an, sobald die Überfallkante des Entlastungsschachtes von 543.30 m ü. M. überschritten wird.

Als Optimierung dieser Entlastung wird durch Bühler + Dällenbach AG eine Leitung DN1100 mit Rückstauklappe vorgeschlagen. Die Kapazitäten dieser Leitungen, abhängig vom Einstau durch die Aare, können in Tabelle 2 entnommen werden.

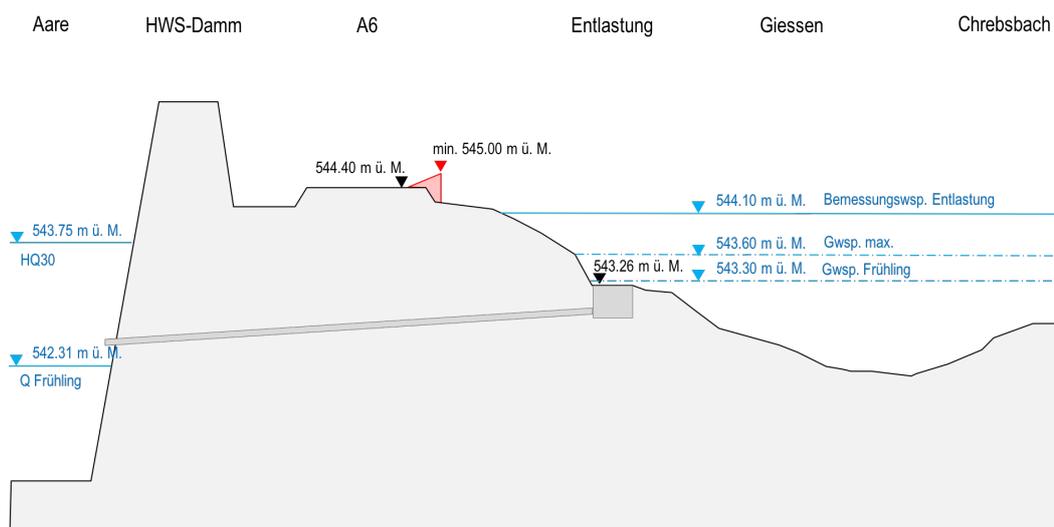
Die Entlastungskapazitäten der unterschiedlichen Systeme wurde durch Bühler + Dällenbach Ingenieure AG hydraulisch berechnet [3], wobei die Entlastungskapazität für einen Einstauwasserspiegel in den Giessen von 544.1 m ü. M. und zwei unterschiedliche Wasserstände in der Aare (Frühlingsabfluss und HQ_{30}) berechnet wurde.

	Aare: Frühlingsabfluss	Aare: HQ_{30}
Bestehende Leitung (2x DN600)	2.0 m ³ /s	0.9 m ³ /s
Neue Leitung (1x DN1100)	3.0 m ³ /s	1.3 m ³ /s
Bestehende und neue Leitung (2x DN600 und 1x DN1100)	4.75 m ³ /s	2.0 m ³ /s

Tabelle 2:
Entlastungsabflüsse

Zur Veranschaulichung sind die Koten der Abflüsse der Aare, die Grundwasserhöhen sowie Terrainhöhen schematisch in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3:
Schema mit Koten



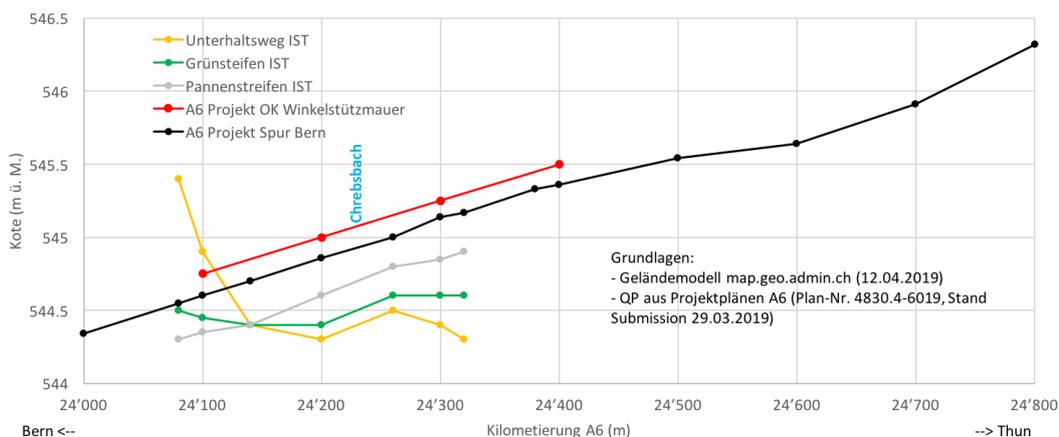
2.5 Terrainkoten entlang A6 (IST und Projekt)

Entscheidend für die Frage, wann Wasser vom Giessen auf die A6 entlasten kann, sind die Kote der Fahrbahn und die minimalen Koten zwischen Giessen und A6.

Gemäss den Daten des digitalen Geländemodells und entsprechend auch im Rechengitter des numerischen Modells liegt die Fahrbahn und die maximale Höhe des Terrainübergangs zwischen Giessen und A6 heute teils nicht höher als 544.40 m ü. M. Das digitale Geländemodell vermag aber kleinere Geländeerhebungen oder Mauern nicht abbilden und weist deshalb eine gewisse Unschärfe auf.

Gemäss den Projektplänen für die Sanierung der A6 [8] wird in Zukunft zwischen dem Giessen und der Autobahn mit Hilfe einer Stützmauer eine Terrainhöhe von mind. 545.00 m ü. M. eingehalten sein (Abbildung 4). Bei km 24.1 liegt das Bauwerk der A6 leicht darunter (ca. 544.75), das Terrain zwischen Giessen und A6 steigt aber bereits an.

Abbildung 4:
Vergleich Terrainkoten
IST / Projekt entlang A6.



3 Numerisches Modell

3.1 Numerisches Modell

Für die numerische Überflutungsmodellierung wurde das 2D-Modell Version 2.08 von BASEMENT [6] verwendet.

3.2 Geländemodell und Perimeter

Der Modellperimeter deckt das Gelände zwischen der Mündung des Loueligrabens in den Chrebsbach, der Aare, der Sportanlage CIS und der westlichen Hangflanke ab, eine Übersicht ist in Abbildung 5 ersichtlich.

Für die Modellierungen mit Dammbau entlang der A6 wurde der Modellperimeter reduziert. Entlang der A6 wird eine endlos hohe Wand angenommen.

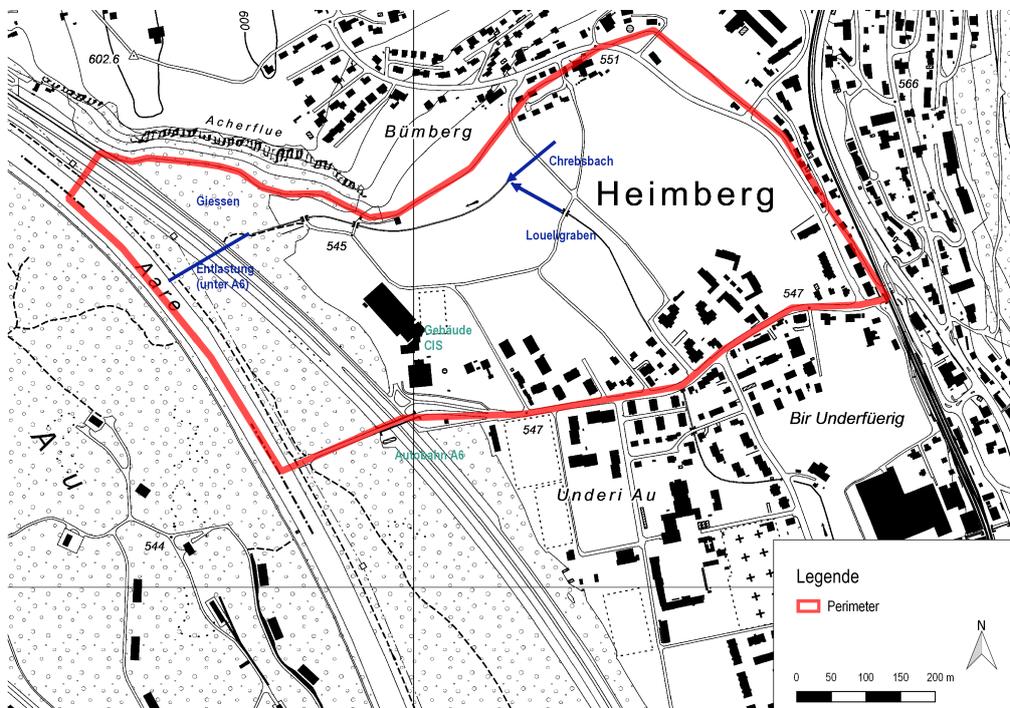
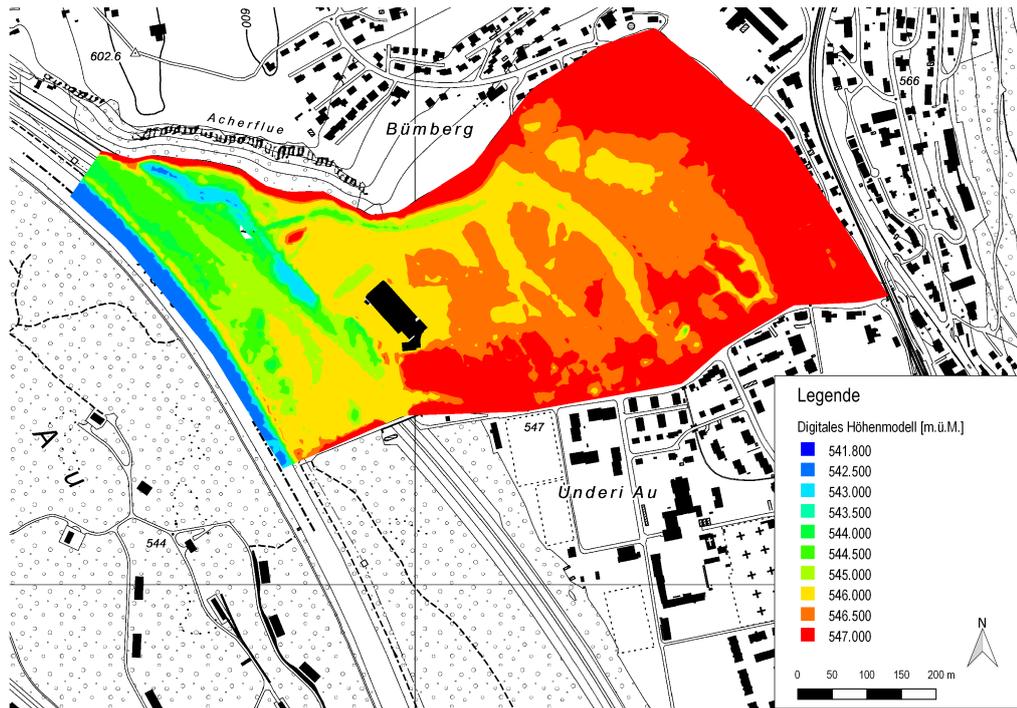


Abbildung 5:
Situation Modellierungs-
perimeter

Das hierfür verwendete Geländemodell stammt von 2014 basierend auf LIDAR-Daten und weist eine Auflösung von 50 cm auf. Grundsätzlich werden darin Bewuchsflächen erkannt und entsprechend berücksichtigt. Dennoch ist im Bereich des Waldes im Glessen mit grösseren Ungenauigkeiten auszugehen. Das digitale Höhenmodell (DHM) des Projektperimeters ist in Abbildung 6 ersichtlich.

Abbildung 6:
DHM Perimeter



4 Resultate

4.1 Einfluss zusätzlicher Abfluss Ummlere

Die Einleitung aus der Ummlere und des Strassenabflusses in den Chrebsbach führt zu einer um 0.8 m³/s grösseren Abflussspitze im Chrebsbach. Die Abflussspitze für das HQ₁₀₀ Szenario erhöht sich von 1.2 m³/s auf 2.0 m³/s. Die entsprechenden Zuflussganglinien sind in Abbildung 1 dargestellt.

Um die Auswirkungen des zusätzlich eingeleiteten Wassers auf den Wasserspiegel im Giessen und die Überflutungsflächen entlang des Chrebsbaches abzuschätzen werden die beiden Szenarien mit und ohne Ummlere verglichen (Abbildung 8 und Abbildung 9). Als Entlastung gilt die bestehende Leitung (2xDN600).

Mit dem erhöhten Zufluss (mit Ummlere) steigt der Wasserspiegel im Giessen um ca. zusätzliche 0.2 m an und erreicht damit knapp das heutige Niveau der A6, siehe Abbildung 7. Der Überflutungstreifen entlang des Chrebsbaches vergrössert sich geringfügig. Der grundsätzliche Überflutungsperimeter bleibt unverändert.

Die konservativen Annahmen gehen von einer langanhaltenden Abflussspitze und von einer verzögert abnehmenden Abflussganglinie in beiden Zuflüssen aus.

		ohne Ummlere	mit Ummlere	ohne Entlast.
Abflussspitze Zufluss Chrebsbach	[m ³ /s]	2.0	2.0	2.0
Abflussspitze Zufluss Loueligraben	[m ³ /s]	1.2	2.0	2.0
Wasserstand Giessen (t = 0)	[m ü. M.]	543.30	543.30	543.30
Abflussszenario Aare		Q Frühling	Q Frühling	Q Frühling
Entlastungsausbau		alt	alt	keine
Entlastungskapazität (z = 544.10 m ü. M.)	[m ³ /s]	2.0	2.0	0
Damm entlang A6		ja	ja	ja
Rechenlauf-Nr.		08a_01	08a_02	08d_01

Tabelle 3:
Randbedingungen der
Vergleichsrechnungen
mit und ohne Ummlere.

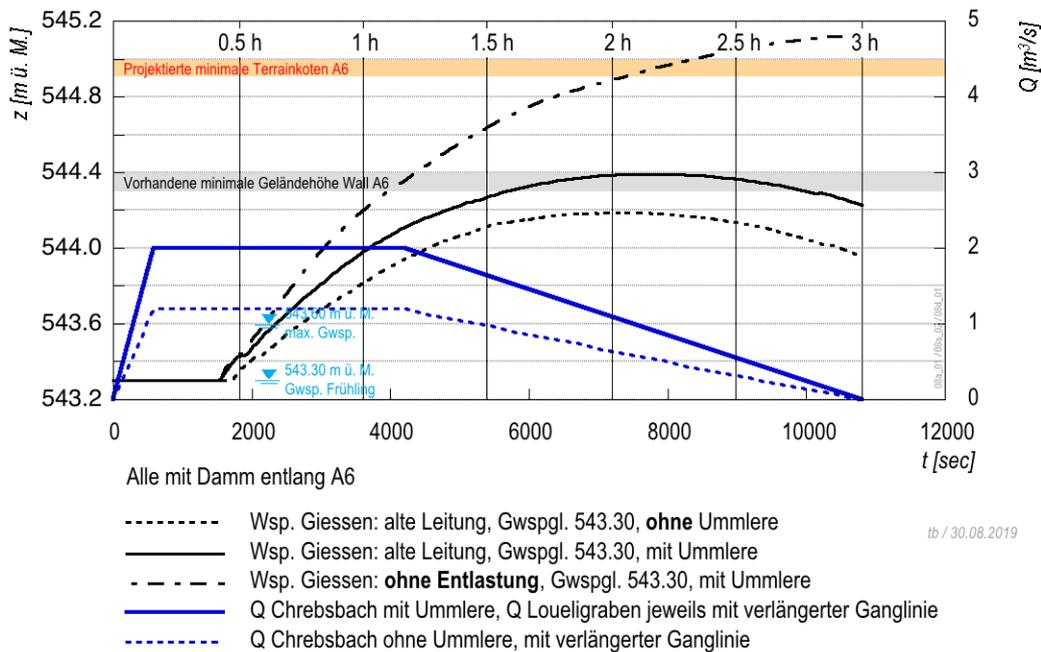


Abbildung 7:
Wasserspiegel Giessen
zur Abschätzung des
Einflusses des Mehrwas-
sers aus der Ummleren.

Abbildung 8:
Maximale Abflusstiefen
ohne Mehrzufluss aus
Umlernen.

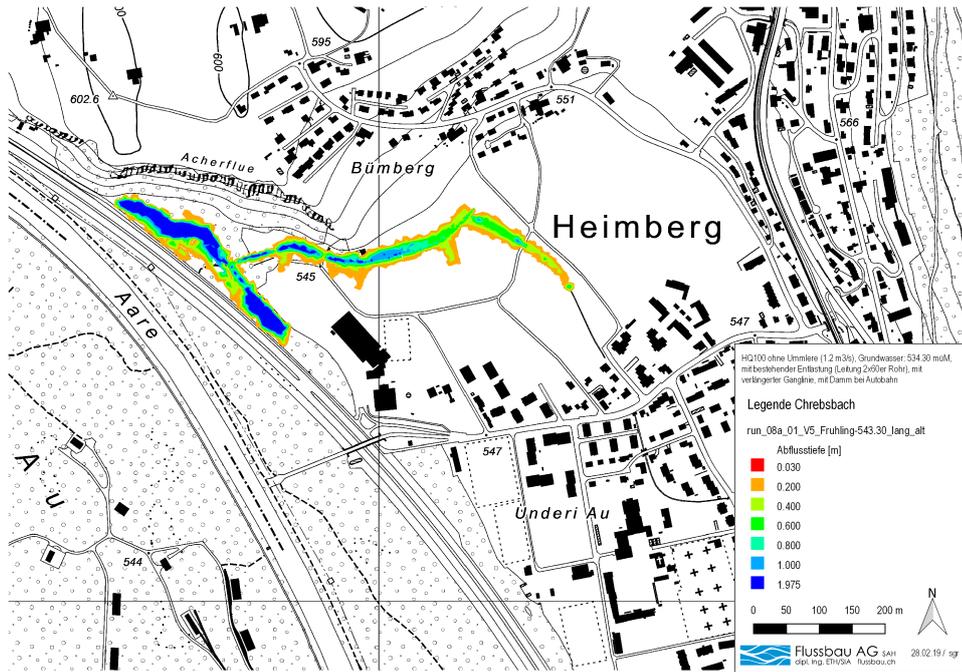
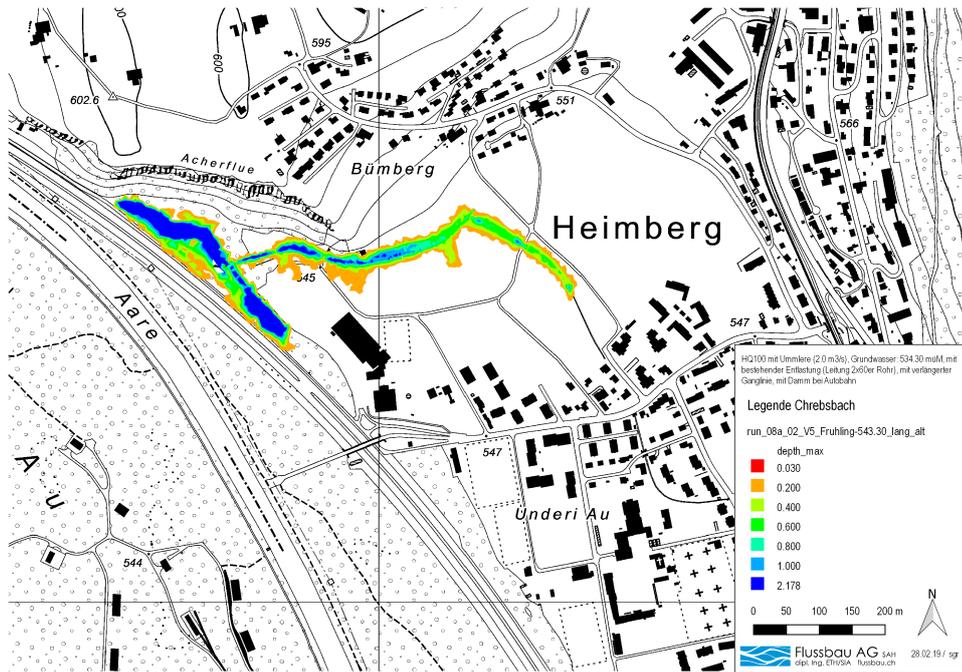


Abbildung 9:
Maximale Abflusstiefen
mit Mehrzufluss aus
Umlernen.



4.2 Einfluss Grundwasserspiegel

Verglichen wird der Einfluss des Ausgangswasserspiegels im Giessen auf den Verlauf des Wasserspiegels im Laufe des Ereignisses. Der tiefere Anfangswasserspiegel liegt auf Höhe der Entlastungskante (maximal möglicher Wasserspiegel, falls Entlastung nicht durch Aare eingestaut wird. Der höhere Anfangswasserspiegel liegt auf 543.60 m ü. M. und wird in den Grundlagen [4] als maximaler Grundwasserspiegel bezeichnet.

Die ursprüngliche Differenz der Ausgangswasserspiegel von 30 cm reduziert sich nach Erreichen des maximalen Wasserspiegels im Giessen auf weniger als 10 cm, siehe Abbildung 10. Der Effekt eines eher unwahrscheinlich hohen Ausgangswasserspiegels im Giessen ist gering.

		hoher GWS	tiefer GWS
Abflussspitze Zufluss Chrebsbach	[m ³ /s]	2.0	2.0
Abflussspitze Zufluss Loueligraben	[m ³ /s]	2.0	2.0
Wasserstand Giessen (t = 0)	[m ü. M.]	543.60	543.30
Abflussszenario Aare		HQ ₃₀	HQ ₃₀
Entlastungsausbau		alt+neu	alt+neu
Entlastungskapazität (z = 544.10 m ü. M.)	[m ³ /s]	2.0	2.0
Damm entlang A6		nein	nein
Rechenlauf-Nr.		07b_3	07b_4

Tabelle 4:
Randbedingungen der
Vergleichsrechnungen
zum Grundwasserspiegel.

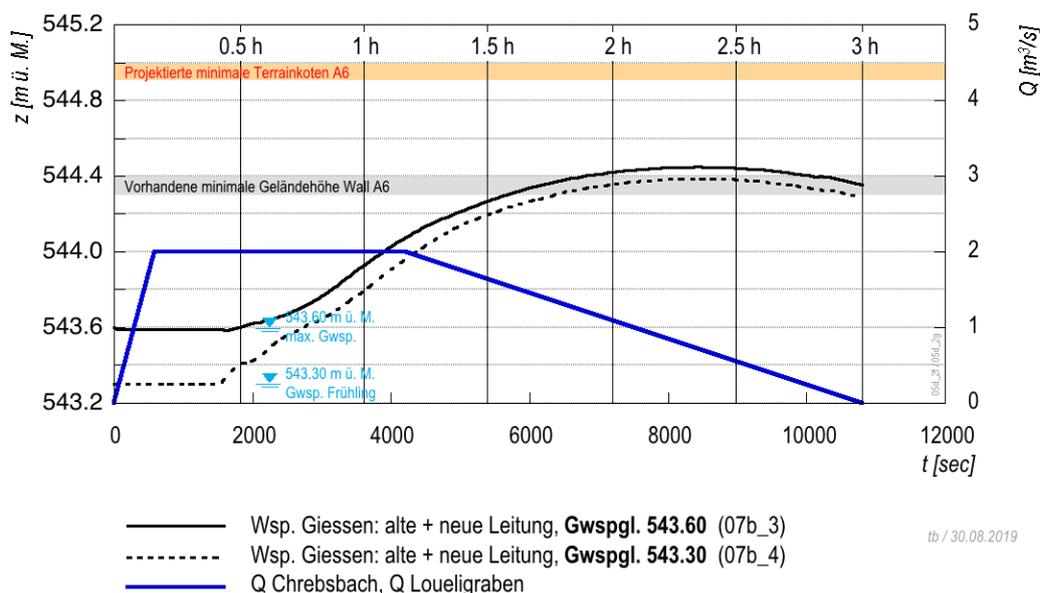


Abbildung 10:
Wasserspiegel Giessen
zur Abschätzung des
Einflusses des Grund-
wasserspiegels.

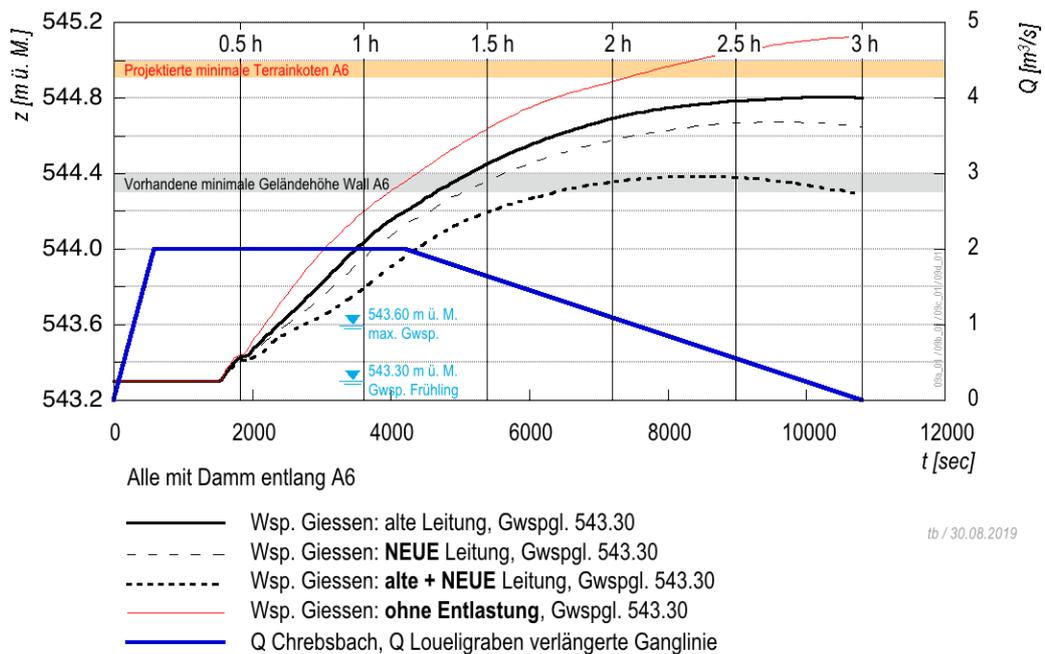
4.3 Einfluss Entlastungskapazität

Die Wirkung der Entlastungskapazität auf den Wasserspiegel im Giessen wurde für verschiedene Ausbautypen verglichen unter der Annahme, dass die A6 mit einem Damm abgeschirmt ist und kein Wasser aus dem Giessen über die Oberfläche austreten kann.

Tabelle 5:
Randbedingungen der
Vergleichsrechnungen
zur Entlastungskapazität.

Abflussspitze Zufluss Chrebsbach	[m ³ /s]	2.0
Abflussspitze Zufluss Loueligraben	[m ³ /s]	2.0
Wasserstand Giessen (t = 0)	[m ü. M.]	543.30
Abflussszenario Aare		HQ ₃₀
Entlastungsausbau		diverse: alt, NEU, alt+neu, keine
Entlastungskapazität (z = 544.10 m ü. M.)	[m ³ /s]	0.9, 1.3, 2.0, 0 m ³ /s
Damm entlang A6		ja
Rechenlauf-Nr.		09a_01, 09b_01, 09c_01, 09d_01

Abbildung 11:
Wasserspiegel Giessen
zur Abschätzung des
Einflusses der Entlastungskapazität.



Die durch Bühler + Dällenbach berechnete Entlastungskapazität basiert jeweils auf einem Wasserspiegel im Giessen von 544.10 m ü. M., Resultate siehe Abbildung 11. Im Model wurde vereinfacht angenommen, dass die Entlastung anspringt, sobald der Wasserspiegel die Überfallkote des Entlastungsbauwerks übersteigt. Die max. Entlastungskapazität wird bei einer Überstauhöhe von 30 cm erreicht und konstant gehalten (543.60 m ü. M.). Die Entlastung wird dadurch tendenziell etwas überschätzt. Um den Einfluss einer geringeren Entlastungsleistung auf den Wasserspiegel im Giessen abzuschätzen, wurde das gleiche Szenario modelliert mit einer Entlastung, die allmählicher anspringt und linear ansteigt (Abbildung 12).

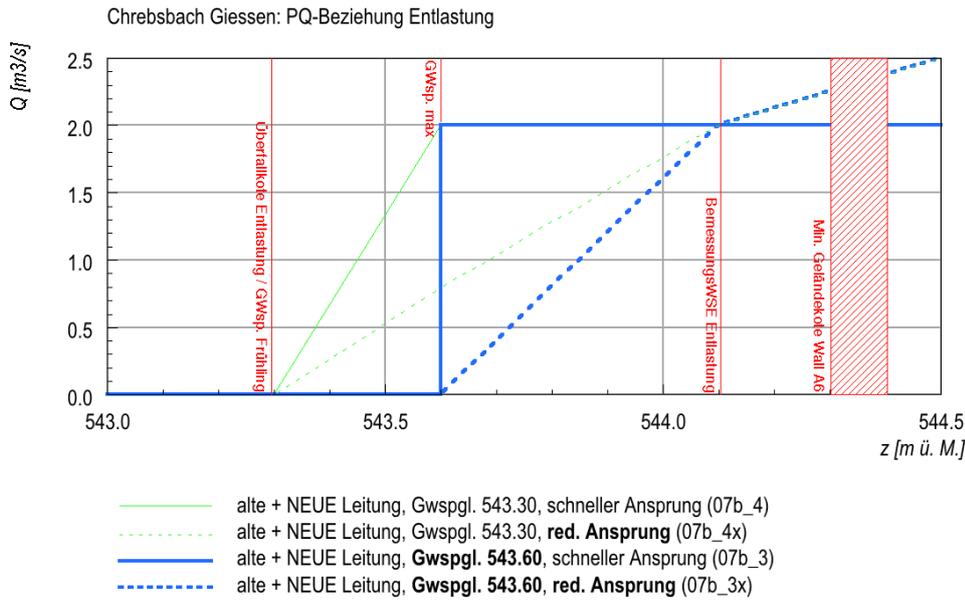


Abbildung 12: Abbildung der Entlastungskapazität im Modell.

tb / 05.03.2019

Die Resultate zeigen, dass mit einer verzögerten Entlastungsleistung der Wasserspiegel im Giessen zwar rascher ansteigt, nicht aber ein grösseres Maximum erreicht. Somit wird mit beiden Pegel-Abflussrelationen der max. Wasserspiegel im Giessen abgebildet.

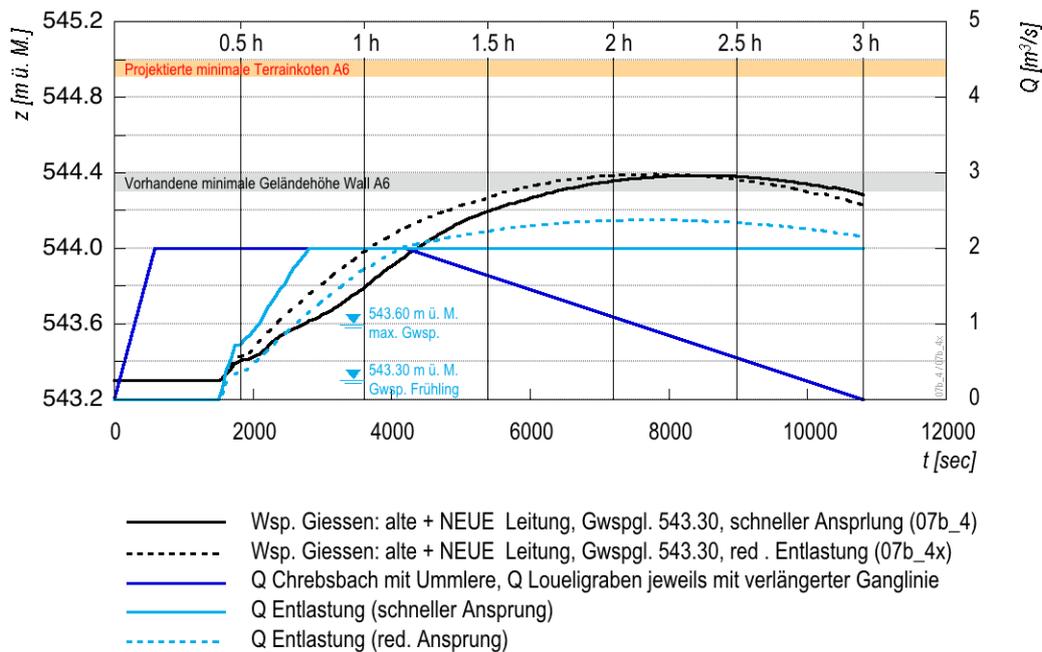


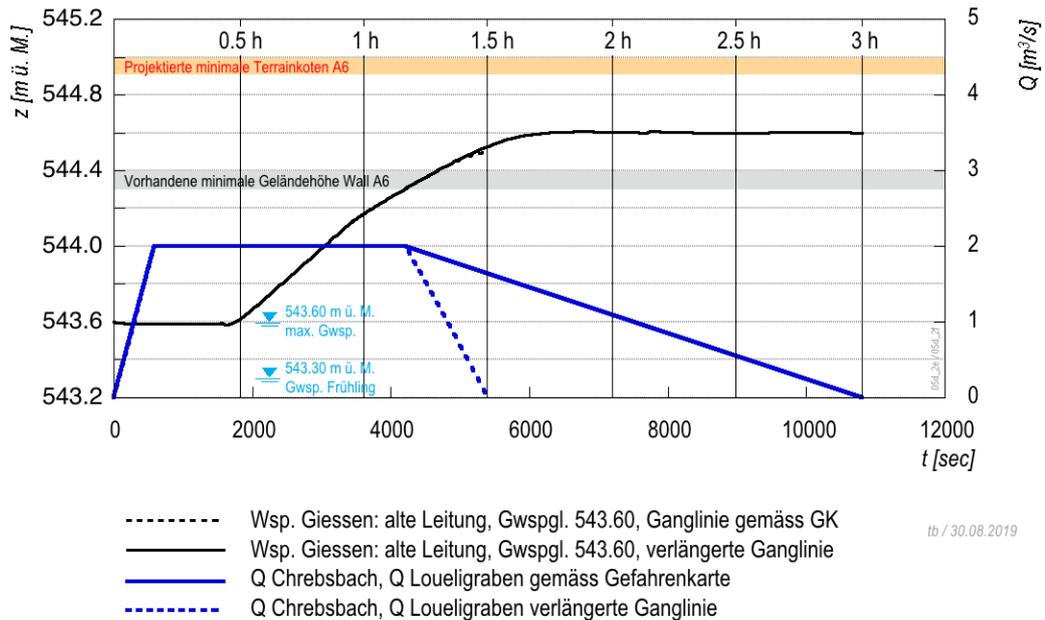
Abbildung 13: Wasserspiegel Giessen zur Abschätzung des Einflusses der verzögerten Entlastungsleistung.

tb / 30.08.2019

4.4 Einfluss Zuflussganglinie

Auch wenn die Abflussganglinie am oberen Modellrand abklingt, steigt der Wasserspiegel in der Giessen noch weiter an. Grund dafür ist das noch nachfliessende Wasser. Deshalb wurde für die Modellierungen eine längere Ganglinie mit einem langsam abfallenden Ast berücksichtigt. In Abbildung 14 wird deutlich, dass am Ende der kurzen Ganglinie der Wasserspiegel tiefer liegt, als der max. Wasserspiegel während eines länger und langsamer abklingender Abflussganglinie am oberen Modellrand.

Abbildung 14:
Unterschied des Wasserspiegelverlaufs in der Giessen aufgrund unterschiedlich langer Ganglinien.



4.5 Zusätzlicher Zufluss aus Quartieren Bäumberg und Hubel

Die zusätzliche Einleitung von Strassenwasser und Abflüssen aus den Quartieren Bäumberg und Hubel in den Chrebsbach führt zu einer um $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ grösseren Abflussspitze im Chrebsbach. Die Abflussspitze für das HQ_{100} Szenario erhöht sich dadurch auf $3.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Die entsprechenden Zuflussganglinien sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die Auswirkungen der ergänzten Hydrologie auf den Wasserspiegel im Giessen und die Überflutungsflächen entlang des Chrebsbachs werden für zwei Fälle betrachtet (Tabelle 6):

- Fall 1: Entlastungskapazität im Giessen mit der heutigen Leitung;
- Fall 2: hoher Ausgangswasserspiegel im Giessen und keine Entlastungskapazität (worst case).

Verglichen werden die beiden Fällen mit dem heutigen Zuflussszenario ohne Ummlere und funktionierender Entlastung im Giessen mit alter Leitung (Abbildung 15).

Mit dem erhöhten Zufluss (mit Ummlere, Bäumberg, Hubel) steigt der Wasserspiegel im Giessen um ca. zusätzliche 0.5 m knapp über das bestehende Niveau der A6 an (Abbildung 15). Die im Modell berechnete maximale Überflutungsfläche entlang des Chrebsbachs ist für beide Fälle in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellt.

Die konservativen Annahmen gehen von einer langanhaltenden Abflussspitze und von einer verzögert abnehmenden Abflussganglinie in beiden Zuflüssen aus. Weiter wird

angenommen, dass die A6 mit einem Damm abgeschirmt ist und kein Wasser aus dem Giessen über die Oberfläche austreten kann.

		Fall 1	Fall 2
Abflussspitze Zufluss Chrebsbach	[m ³ /s]	3.0	3.0
Abflussspitze Zufluss Loueligraben	[m ³ /s]	2.0	2.0
Wasserstand Giessen (t = 0)	[m ü. M.]	543.30	543.60
Abflussszenario Aare		HQ ₃₀	HQ ₃₀
Entlastungsausbau		alt	keine
Entlastungskapazität (z = 544.10 m ü. M.)	[m ³ /s]	2.0	0
Damm entlang A6		ja	ja
Rechenlauf-Nr.		10_07	10_08

Tabelle 6:
Randbedingungen der
Vergleichsrechnungen
zum Einfluss der Quartie-
re Bäumberg/Hubel und
des Strassenwassers..

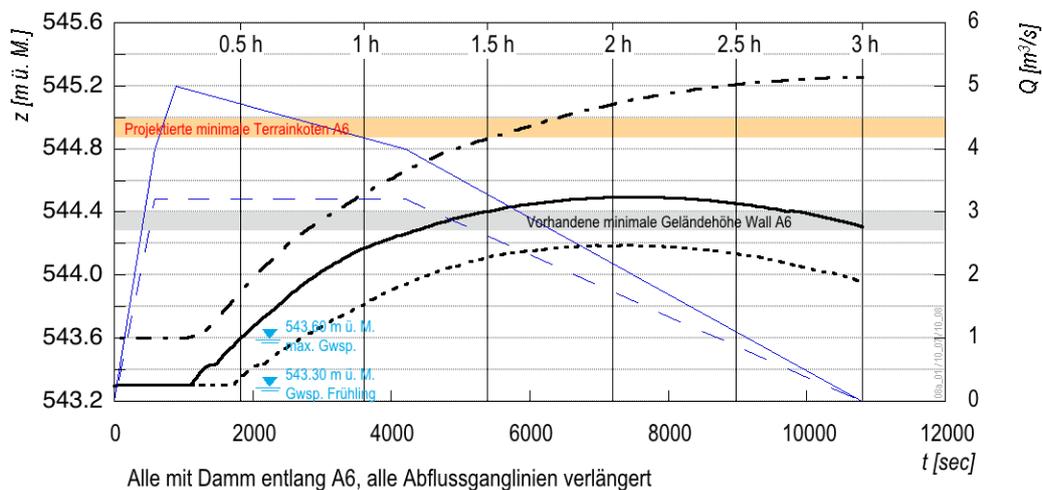


Abbildung 15:
Wasserspiegel Giessen
zur Abschätzung des
Einflusses des Mehrwas-
sers aus Ummlere,
Bäumberg, Hubel.

- Alle mit Damm entlang A6, alle Abflussganglinien verlängert
- Wsp. Giessen: alte Leitung, Gwspgl. 543.30 ohne Ummlere, Bäumberg, Hubel
 - Wsp. Giessen: alte Leitung, Gwspgl. 543.30 mit Ummlere, Bäumberg, Hubel
 - - - - - Wsp. Giessen: **ohne Entlastung**, Gwspgl. 543.60, mit Ummlere, Bäumberg, Hubel
 - - - - - Q Zufluss Giessen ohne Ummlere, Bäumberg, Hubel
 - Q Zufluss Giessen inkl. Ummlere, Bäumberg, Hubel

tb / 30.08.2019

Abbildung 16: Maximale Abflusstiefen mit Ummulern und Bäumberg/Hubel, alte Entlastungsleitung und Damm zur A6.

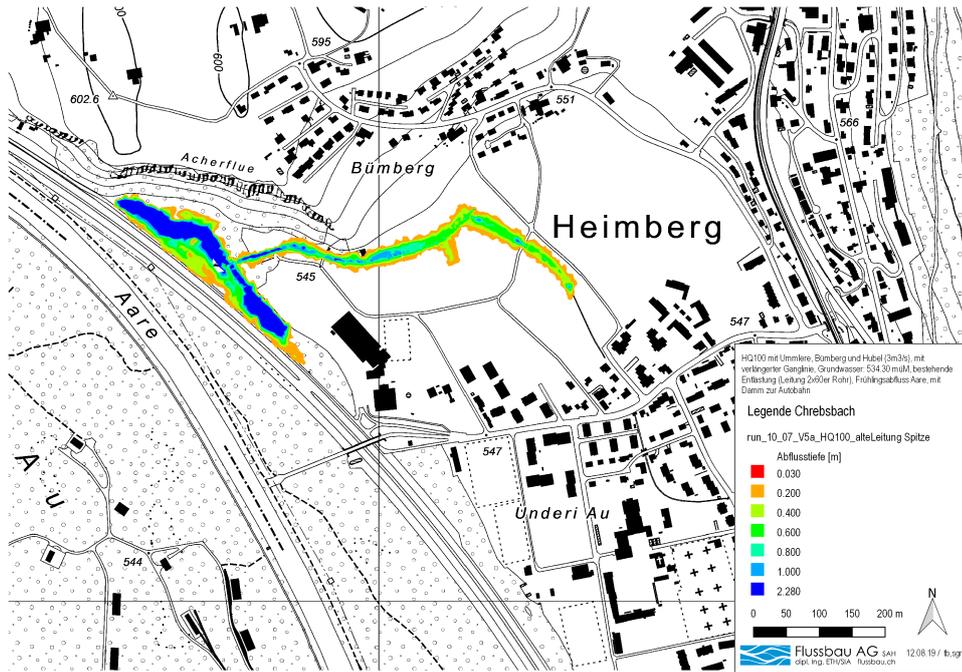
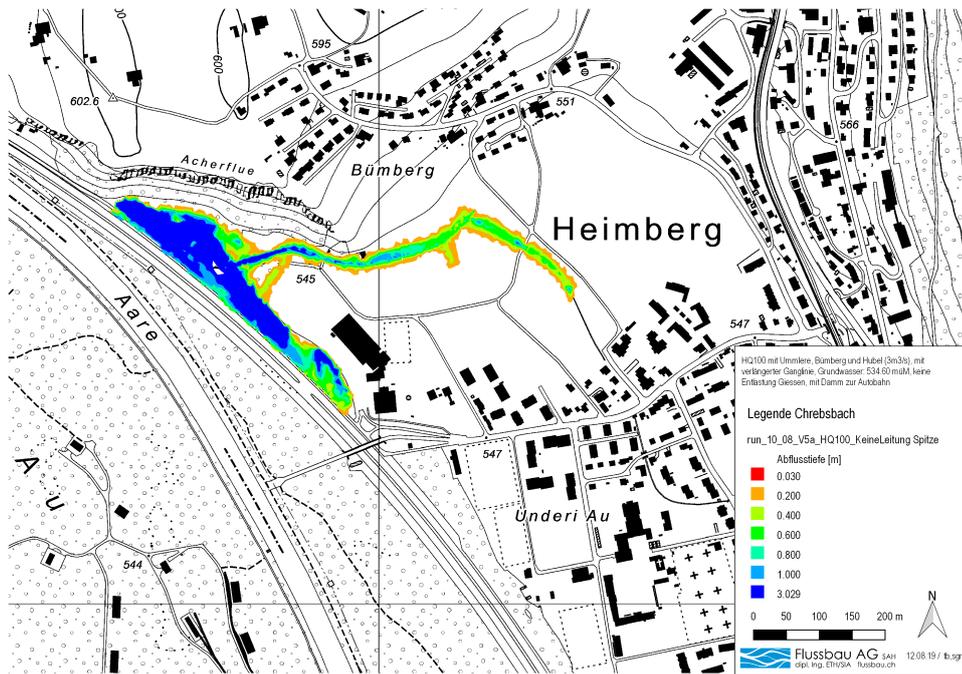


Abbildung 17: Maximale Abflusstiefen mit Ummulern und Bäumberg/Hubel, ohne Entlastung im Giessen, hoher Ausgangswasserspiegel und Damm zur A6.



5 Schlussfolgerungen

Die Randbedingungen basieren auf einer Reihe konservativer Annahmen:

- Abflussspitze des Loueligrabens im untersten Abschnitt: $2 \text{ m}^3/\text{s}$.
Heute weist das Gerinne eine Kapazität von $1 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Mit der Umsetzung des Hochwasserschutzkonzepts müsste der Loueligraben eine Abflusskapazität von $2 \text{ m}^3/\text{s}$ bis in den Chrebsbach aufweisen können. Ob das Gerinne im dichten Siedlungsgebiet so weit ausgebaut werden kann, ist nicht abgeklärt.
- Zeitgleiche Abflussspitzen Loueligraben und Chrebsbach:
Die Modellierungen gehen davon aus, dass die Abflussspitzen beider Zuflüsse gleichzeitig den Giessen erreichen. Die Abflüsse aus dem Chrebsbach (Ummlere) stammen zu grossen Teilen aus der Siedlungsentwässerung und haben bis zu den Giessen einen kürzeren Weg zurückzulegen als der Loueligraben. Es ist denkbar, dass die beiden Abflussspitzen nicht zeitgleich auftreten.
- HQ₃₀-Ereignis Aare:
Dass ein Starkniederschlagsereignis in Heimberg (HQ₁₀₀ Abfluss) zeitgleich zu einem HQ₃₀ Abfluss in der Aare auftritt ist möglich, aber sehr unwahrscheinlich. Somit ist der Rückstau durch die Aare und die somit reduzierte Entlastungskapazität konservativ abgeschätzt. Die Entlastungskapazität dürfte tendenziell höher ausfallen.
- Dauer Abflussspitze Chrebsbach:
Analog zum Loueligraben wurde für den Chrebsbach eine lang andauernde und zusätzlich verzögernd abklingende Hochwasserspitze angenommen. Im Loueligraben ist dies durch das verzögerte Entleeren der Rückhalteräume denkbar. Im Chrebsbach dürfte diese Annahme eher konservativ sein, da ein beträchtlicher Anteil des Abflusses direkt aus der Siedlungsentwässerung kommt.

Mit diesen eher konservativen Annahmen werden ungünstige Kombinationen berücksichtigt die nur mit geringer Wahrscheinlichkeit auftreten dürften.

Weist die Aare kein Hochwasser auf, reicht die Abflusskapazität der alten Leitung aus, um die angenommenen Zuflüsse abzuleiten, ohne dass der Wasserspiegel in den Giessen die Kote der A6 erreicht. Mit den zusätzlichen Abflüssen aus dem Strassenwasser und den Quartieren Bäumberg und Hubel dürfte der Wasserspiegel im Giessen die heutige Kote der A6 erreichen und die Strasse geringfügig überfluten. Sobald Wasser auf die A6 austritt und sich verteilt (auch in die Muldenlagen zwischen A6 und Aare) wird der Wasserspiegel im Giessen kaum oder nur sehr reduziert weiter ansteigen.

Führt die Aare Hochwasser (HQ₃₀), reicht die alte Entlastungsleitung nur dann aus, falls von kurzen Zuflussspitzen (rasch abklingende Zuflussspitzen) ausgegangen wird. Geht man von einer verzögert abklingenden Hochwasserspitze aus, ist zusätzlich zur alten Leitung auch die neue Entlastungsleitung notwendig, um den Wasserspiegel der Giessen unter der heutigen A6-Kote zu halten.

Der Überflutungsperimeter der Giessen reicht für keines der untersuchten Szenarien bis zum Gelände des Sportzentrums CIS. Dies auch im ungünstigsten Fall nicht, wenn folgendes eintritt:

- die A6 durch einen Damm abgetrennt ist,
- der Ausgangswasserspiegel im Giessen dem max. Grundwasserspiegel entspricht
- die Entlastung in die Aare $0 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt und
- die Abflussspitzen verzögert abklingen.

Soll auf eine neue Leitung verzichtet und die A6 stattdessen mit einem Damm vor Überflutung geschützt werden, dann ist über eine Länge von ca. 350 m eine Dammschüttung mit einer maximalen Höhe von 40 - 60 cm notwendig (bordvoll). Dafür wur-

de ein Szenario mit hohem Anfangswasserspiegel und einem verzögert abklingenden Abfluss berücksichtigt.

Wird die A6 gemäss den vorliegenden Submissions-Plänen saniert und kann erst nach Übersteigen der Koten von 545.00 m ü. M. Wasser aus dem Giessen auf die A6 entlasten, dann besteht für die betrachteten Szenarien und mit der "alten" Entlastungskapazität kein Überflutungsrisiko der A6 durch den Chrebsbach. Ein Überlaufen des Giesens auf die A6 ist erst dann wahrscheinlich, wenn die Kapazität der Entlastungsleitung stark reduziert ist oder die Szenarien deutlich übertroffen werden. Es ist wichtig, dass die minimale Kote von 545 m ü. M. durchgehend eingehalten werden kann und dass für die Dimensionierung der Winkelelemente / Damm entlang der A6 ein hoher Wasserstand im Giessen berücksichtigt wird.

Es ist empfehlenswert, die Entlastungsleitungen mit einer Rückstauklappe für Abflussereignisse in der Aare > HQ₃₀ auszustatten. Dadurch wird ein Überfluten der A6 durch die Giessen alleine infolge eines Aare-Hochwassers vermieden.

Weiter wird empfohlen, am Ende der Leitung Gitter anzubringen, um Eintrag von Holz aus der Aare in die Entlastungsanlage durch Hochwasser und Tiere (Biber) zu verhindern.

Die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Überflutung der A6 infolge Hochwasser des Chrebsbachs ist gering und der dadurch verursachte Schaden gemäss Aussage ASTRA fast vernachlässigbar. Die Verhältnismässigkeit eines Kapazitätsausbaus der Entlastung ist deshalb in Frage zu stellen.