

Markt Peißenberg

Hydrologische und hydraulische Untersuchungen zum Hochwasserschutz in Peißenberg

März 2021

Erläuterungsbericht

Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH

Dipl.-Ing. E. Winkler • Dr.-Ing. N. Winkler • Dipl.-Ing. R. Koch • Dr.-Ing. W. Rauscher

Schloßstraße 59 A • 70176 Stuttgart

Telefon 0711-66987-0 • Telefax 0711-66987-20

E-Mail: info@iwp-online.de • Web: www.iwp-online.de



Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2.	Grundlagen und Datenerhebung.....	1
2.1	Topographische Daten	1
2.2	Vermessungsdaten	1
2.3	Kanalisationsdaten	2
2.4	Dokumentation des Hochwassers 2016	2
2.5	Niederschlagsdaten zum Hochwasser 2016.....	2
2.6	Lastfall Klimaänderung	2
3.	Beschreibung der örtlichen Verhältnisse.....	3
3.1	Einzugsgebiet	3
3.2	Geologie und Böden	5
3.3	Gewässerverlauf	9
4.	Erstellung des hydrologischen Modells	10
4.1	Modellbeschreibung und Software.....	10
4.2	Einzugsgebiete und Modellknoten	10
4.3	Abflussbildung und -konzentration in ländlichen Teileinzugsgebieten	11
4.4	Abflussbildung und -konzentration in bebauten Teileinzugsgebieten	12
4.5	Modellierung der Wellenverformung	14
4.6	Modellkalibrierung.....	14
4.7	Modellierung der Gebietsniederschläge (Jährlichkeiten)	18
5.	Ergebnisse des hydrologischen Modells	21
5.1	Berechnung der synthetischen Abflüsse.....	21
5.2	Ganglinien	21
5.3	Vergleich mit vorliegenden Abflusswerten	27
5.4	Wirkung des RÜB2 auf den Hochwasserabfluss im Wörthersbach	28
5.5	Bemessungshochwasserabflüsse für die Objektplanung des Hochwasserschutzes Peißenberg Nord, BA I „Gewässerausbau Wörthersbach und Bypass Schellhamnergasse/Iblherstraße“	30
5.5.1	Gewässerausbau Wörthersbach.....	30
5.5.2	Örtlicher Hochwasserschutz Sulzerbach	32
5.5.3	Überleitung Buchaugraben	32
5.5.4	Örtlicher Hochwasserschutz Michelsbach	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abgleich der berechneten Abflüsse aus hydraulischem und hydrologischem Modell unter zusätzlicher Angabe des HQ ₁₀₀ -Abflusses.....	17
Tabelle 2:	Implementierte Niederschlagssummen in Abhängigkeit der Dauerstufe und Jährlichkeit des Regenereignisses	20
Tabelle 3:	Vergleich Abflusswerte vorliegender Untersuchungen	27
Tabelle 4:	Bemessungsabflüsse Gewässerausbau Wörthersbach.....	30
Tabelle 5:	Bemessungsabflüsse örtlicher HWS Sulzerbach	32
Tabelle 6:	Bemessungsabflüsse Überleitung Buchaugraben	32
Tabelle 7:	Bemessungsabflüsse örtlicher HWS Michelsbach	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Topographische Einzugsgebiete.....	4
Abbildung 2:	Geologie im Einzugsgebiet	6
Abbildung 3:	Bodentypen im Einzugsgebiet	7
Abbildung 4:	Übersichtsplan der im hydrologischen Modell implementierten Bodentypen nach Lutz.....	8
Abbildung 5:	Übersichtsplan der Landnutzung im topographischen Einzugsgebiet	12
Abbildung 6:	Niederschlagssummen der DWD-Radarniederschlags- messung für das Hochwasser im Mai 2016 [9]	15
Abbildung 7:	Ausgleichsgerade Kostra-Werte	19
Abbildung 8:	Abflussganglinien Mündung Sulzerbach (Kn. 7)	21
Abbildung 9:	Abflussganglinien Mündung Buchaugraben (Kn. 18).....	22
Abbildung 10:	Abflussganglinien Mündung Michelsbachs (Kn. 19)	22
Abbildung 11:	Abflussganglinien Mündung Fendter Bach (Kn. 29).....	23
Abbildung 12:	Abflussganglinien Zufluss HRB Stadelbach (Kn. 50)	23
Abbildung 13:	Abflussganglinien Wörthersbach oh. Sulzerb. (Kn. 61).....	24
Abbildung 14:	Abflussganglinien Wörthersbach uh. Sulzerb. (Kn. 62).....	24
Abbildung 15:	Abflussgangl. Wörthersb. uh. Michelsb. u. RÜB 2 (Kn. 69).....	25
Abbildung 16:	Abflussgangl. Wörthersb. oh. Fendterb. (Kn. 79).....	25
Abbildung 17:	Abflussgangl. Wörthersb. uh. Fendterb. (Kn. 81).....	26
Abbildung 18:	Überlagerung der Abflüsse im Wörthersbach, dem Michelsbach und dem RÜ2 beim Hochwasser 2016	28
Abbildung 19:	Überlagerung der Abflüsse im Wörthersbach, dem Michelsbach und dem RÜ2 beim HQ ₁₀₀ (90-minütiges Ereignis und 2-stündiges Ereignis)	29
Abbildung 20:	Überlagerung der Abflüsse im Wörthersbach, dem Michelsbach und dem RÜ2 beim HQ _{100K} mit Berücksichtigung der vorgesehenen Hochwasserschutzmaßnahmen (90-minütiges und 2- stündiges Ereignis)	31

Anlagen

Anlage 1	Verwendete Unterlagen
Anlage 2.1	Modellparameter der ländlichen Teileinzugsgebiete
Anlage 2.2	Modellparameter der städtischen Teileinzugsgebiete
Anlage 2.3	Modellparameter zur Wellenverformung
Anlage 2.4	Systematischer Knotenplan
Anlage 2.5	Ergebnisse der hydrologischen Berechnung

Pläne

Plan 001	Übersichtslageplan	M 1: 10.000
----------	--------------------	-------------

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Am 29.05.2016 kam es in Peißenberg zu einem Hochwasserereignis. Es kam zu großflächigen Überschwemmungen, wobei die größten Schäden durch Überflutungen des Stadelbachs/Wörthersbachs entstanden. Die Überflutungslinien wurden in Lageplänen dokumentiert.

Durch das abgelaufene Hochwasserereignis standen bisher nicht vorhandene Informationen für eine Kalibrierung von hydrologischen und hydraulischen Modellen zur Verfügung. Für den Wörthersbach und seine Zuflüsse wurden die Abflüsse und Wasserstände für das Hochwasser 2016, das 100-jährliche Hochwasser (HQ_{100}) und das 100-jährliche Hochwasser unter Berücksichtigung des Lastfalls Klimaänderung ($HQ_{100,K}$) neu bestimmt. Die neu ermittelten Werten wurden mit bereits vorliegenden Werten verglichen.

Anhand der neuen Berechnungsergebnisse wurde ein Hochwasserschutzkonzept für einen 100-jährlichen Schutzgrad mit Berücksichtigung des Lastfalls Klimaänderung aufgestellt.

2. Grundlagen und Datenerhebung

2.1 Topographische Daten

Folgende topographische Daten standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- Digitale Flurkarte (DFK) [1]
- Digitales Laserscan Geländemodell (1m-DGM) [2]
- Topographische Karte (TK25) [5]
- Geologische Karte (GK25) [4]
- Digitale Orthofotos (DOP) [3]

2.2 Vermessungsdaten

Folgende Vermessungsdaten standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- Vermessungsdaten zur Hochwasserstudie Peißenberg vom 20.03.2009, Steinbacher-Consult Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG [14];
- Querprofilage des WWA Weilheim, Stand April 2007, Markt Peißenberg [15];
- Ergänzende Vermessungsarbeiten, Stand Sept. 2016, Ingenieurbüro Wolfgang Buchner [16];
- Ergänzende Vermessungsarbeiten, Stand Juni 2018, Ingenieurbüro Helmut Deffner [17]

2.3 Kanalisationsdaten

Die Daten zur Ortskanalisation wurden dem Kanalbestandsplan des Marktes Peißenberg des Ingenieurbüros Dagmar Hofmann Köpf von 2004 und 2013 [12] entnommen. Weiterhin stand die hydrotechnische Berechnung der RÜ02 und RÜ03 der Köpf Ingenieur GmbH von 2009 [18] zur Verfügung.

2.4 Dokumentation des Hochwassers 2016

Die Überflutungslinien beim Hochwasser 2016 wurden vom Markt Peißenberg in Lageplänen dokumentiert.

2.5 Niederschlagsdaten zum Hochwasser 2016

Für das Hochwasser am 29.05.2016 lagen vom Deutschen Wetterdienst Rardaten mit einer Auflösung von 5 Minuten vor. Ebenfalls lagen die Minutenwerte der DWD-Niederschlagsstation Hohenpeißenberg vor [9]. Weiterhin konnte auf die Niederschlagsaufzeichnung der privaten Niederschlagsstation von Herrn Stefan Schwarzer zurückgegriffen werden [10].

2.6 Lastfall Klimaänderung

Allgemein wird für die kommenden Jahre von Klimaveränderungen mit erheblichen Auswirkungen für den Wasserhaushalt ausgegangen. Der erwartete Temperaturanstieg führt zu einer Intensivierung des Wasserkreislaufs, was sich in erhöhter Verdunstung und höheren Niederschlägen äußern kann.

Im Rahmen des Projekts „KLIWA“ (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) werden die Auswirkungen des Klimawandels für die Länder Baden-Württemberg und Bayern untersucht. Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass Hochwasserereignisse in den letzten 30 Jahren häufiger auftraten und zukünftig aufgrund der Klimaveränderung von einer Erhöhung der Hochwasserabflüsse auszugehen ist.

Anhand von Fallbeispielen wurde nachgewiesen, dass eine Berücksichtigung der Auswirkungen der Klimaänderung in den meisten Fällen zu relativ moderaten Kostenerhöhungen geführt hätte, wenn dieser Lastfall bereits bei der Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen berücksichtigt und beim Bau zumindest Vorkehrungen für eine spätere Anpassung getroffen worden wären. Spätere Anpassungen sind jedoch meist mit sehr hohen Kosten verbunden.

Nach der Veröffentlichung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „Klimaänderungsfaktoren bei Planungen für den Hochwasserschutz“ soll deshalb der Lastfall Klimaänderung bei Planungen von technischen Hochwasserschutzmaßnahmen mit untersucht werden. Es ist aufzuzeigen, welche Konsequenzen sich durch den Lastfall auf die Auslegung der Maßnahmen ergeben und welche Mehrkosten dadurch zu erwarten sind. Aufgrund der daraufhin vorliegenden Erkenntnisse soll entschieden werden, inwieweit der Lastfall

Klimaänderung bereits in der Planung und Ausführung berücksichtigt wird. Unter ökonomischen Gesichtspunkten ist bei den Bauwerken zu prüfen, ob eine Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels schon heute oder erst zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen einer Nachrüstung erfolgen sollte. Ziel der Untersuchung des Lastfalls Klimaänderung ist es, hohe zukünftige Mehrkosten bei einer späteren Nachrüstung zu vermeiden, wenn eine Berücksichtigung des Lastfalls Klimaänderung zum Planungszeitpunkt zu deutlich geringeren Mehrkosten führt.

Beim 100-jährlichen Hochwasser ist in Bayern pauschal von einer Erhöhung der Abflüsse bis zum Jahr 2050 von 15 % auszugehen.

3. Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

3.1 Einzugsgebiet

Der Wörthersbach ist ein linker Zufluss der Ammer. Er entsteht an den Südhängen des Hohen Peißenbergs. Im Oberlauf wird er auch als Stadelbach bezeichnet. Seine wesentlichen Zuflüsse sind der Sulzerbach, der Michelsbach und der Fendter Bach.

Der Sulzerbach entspringt bei Vorderschwaig und hat ein Einzugsgebiet von 0,7 km². Er fließt aus westlicher Richtung der Ortslage Markt Peißenberg zu und mündet vor dem Parkplatz des Rigi Centers in den Wörthersbach.

Der Michelsbach entspringt bei Oberschwaig, westlich der Ortslage Markt Peißenberg und mündet unterhalb der Brücke Bachstraße in den Wörthersbach. Ca. 350 m oberhalb der Mündung, an der Grünfläche beim Sankt Michelsweg fließt der Buchaugraben dem Michelsbach zu. Der Buchaugraben entspringt westlich von Oberbuchau. Das Einzugsgebiet des Michelsbachs beträgt 2,5 km², wovon 1,6 km² dem Buchaugraben zuzurechnen sind.

Der Oberlauf des Wörthersbach/Stadelbach, der Sulzerbach und der Michelsbach weisen einen Wildbachcharakter mit hoher Abflussbereitschaft und kurzen Konzentrationszeiten auf. Nach der Einmündung des Michelsbachs umfasst das topographische Einzugsgebiet rund 8 km².

Der Fendter Bach fließt aus nordwestlicher Richtung der Ortslage des Marktes Peißenberg zu. Er mündet in Aich in den Wörthersbach und umfasst ein Einzugsgebiet von 10,1 km².

Insgesamt wurde in der vorliegenden Untersuchung ein topographisches Einzugsgebiet von ca. 20 km² untersucht. In der nachfolgenden Abbildung sind die Einzugsgebiete des Fendter Bachs, des Michelsbachs und des Sulzerbachs den Einzugsgebieten des Stadelbachs/Wörthersbachs gegenübergestellt.

Gesamt-EZG mit Stadelbach/Wörthersbach
ca. 19,6 km²

EZG Fendter Bach
ca. 10,1 km²

**EZG Michelsbach/
Buchaugraben**
ca. 2,5 km²

EZG Sulzerbach
ca. 0,7 km²

**EZG Stadelbach
bis Sulzerbach**
ca. 4,0 km²

I:\Projekte\akt\1951\Bericht\Entwurf\TeilE_Erl_03.docx

3.2 Geologie und Böden

Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes sind überwiegend pleistozäne Sedimente aus der Würmeiszeit und Konglomerate (Nagelfluh) vorherrschend. Im südlichen Bereich dominieren tertiäre Molassesedimente, der Unteren Meeres- und Süßwassermolasse, die im südöstlichen Bereich durch holozäne Sedimente überlagert sind (s. Abbildung 2).

Im Teileinzugsgebiet des Fendter Bachs bildeten sich über den würmzeitlichen Schotter- und Seitenmoränen Braunerden. Die würmzeitlichen Schotter- und Seitenmoränen setzen sich aus unterschiedlichen Korngrößen zusammen und sind somit eher wasserundurchlässig. Die Braunerden sind zum Teil pseudovergleyt und auch wasserundurchlässig und wasserstauend. Zwischen diesen Braunerden befinden sich vereinzelt Rendzinen. In einem kleineren Bereich im Westen des Teileinzugsgebiets befindet sich ein Niedermoor (Lichtfilz), dieses sorgt eher für einen Gebietsrückhalt. Das Teileinzugsgebiet ist eher für einen Direkt- und Zwischenabfluss charakteristisch. Im hydrologischen Modell wurden diese Teileinzugsgebiete in die Klasse C eingestuft. Im Mündungsbereich des Fendter Bachs herrschen Braunerden vor, die über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter) gebildet wurden. Diese Schwemmfächer begünstigen eine Tiefensickerung, weshalb in diesem Bereich die Klasse B-C gewählt wurde.

Im Teileinzugsgebiet des Buchaugrabens und Michelsbachs treten vorrangig Pseudogley-Braunerden und Pseudogley-Parabraunerden mit hoher Abflussbereitschaft auf. Im hydrologischen Modell wurden diese Teileinzugsgebiete in die Klasse C-D eingestuft.

Im Teileinzugsgebiet des Sulzerbachs treten vorrangig Syrosem-Rendzina, (Para-)Rendzina und Braunerde auf. Im oberen Einzugsgebiet des Wörthersbachs finden sich Braunerden und Parabraunerden, die z.T. pseudovergleyt sind. Auch diese Teileinzugsgebiete kennzeichnen sich durch einen Direkt- und Zwischenabfluss. Das dendritische Gewässernetz ist ein weiterer Hinweis dafür. Im hydrologischen Modell wurden diese Teileinzugsgebiete in die Klasse C-D eingestuft.

Im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes sind Schmelzwasserschotter und Flussschotter abgelagert. In den Bereichen dieser Schwemmfächer ist eine ausgeprägte Tiefensickerung charakteristisch. Auch treten hier im Vergleich zu den anderen Teileinzugsgebieten Pseudogleyen nur sehr selten auf. Im hydrologischen Modell wurden diese Teileinzugsgebiete deshalb in die Klasse A-B eingestuft.

Abbildung 2: Geologie im Einzugsgebiet

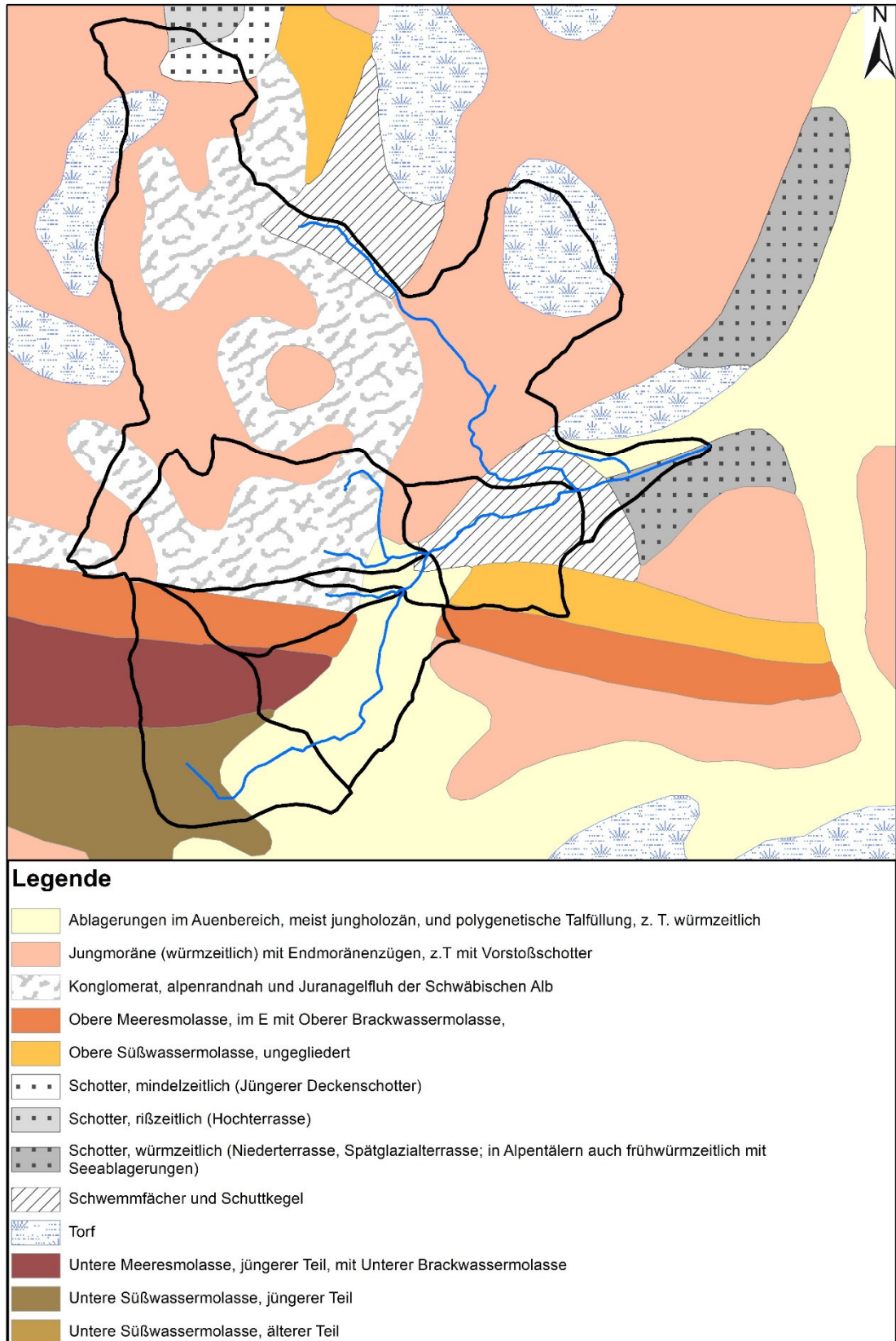


Abbildung 3: Bodentypen im Einzugsgebiet

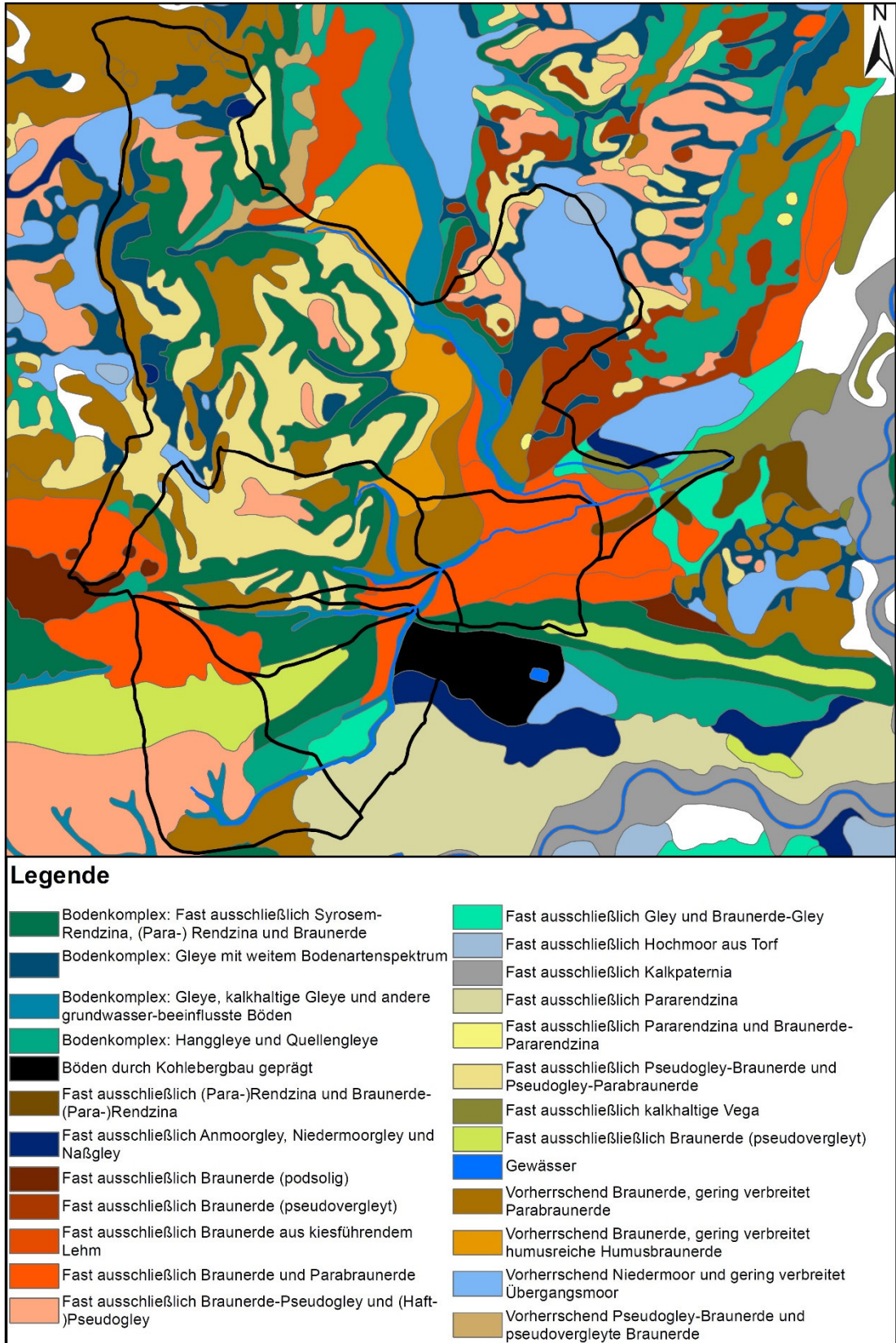
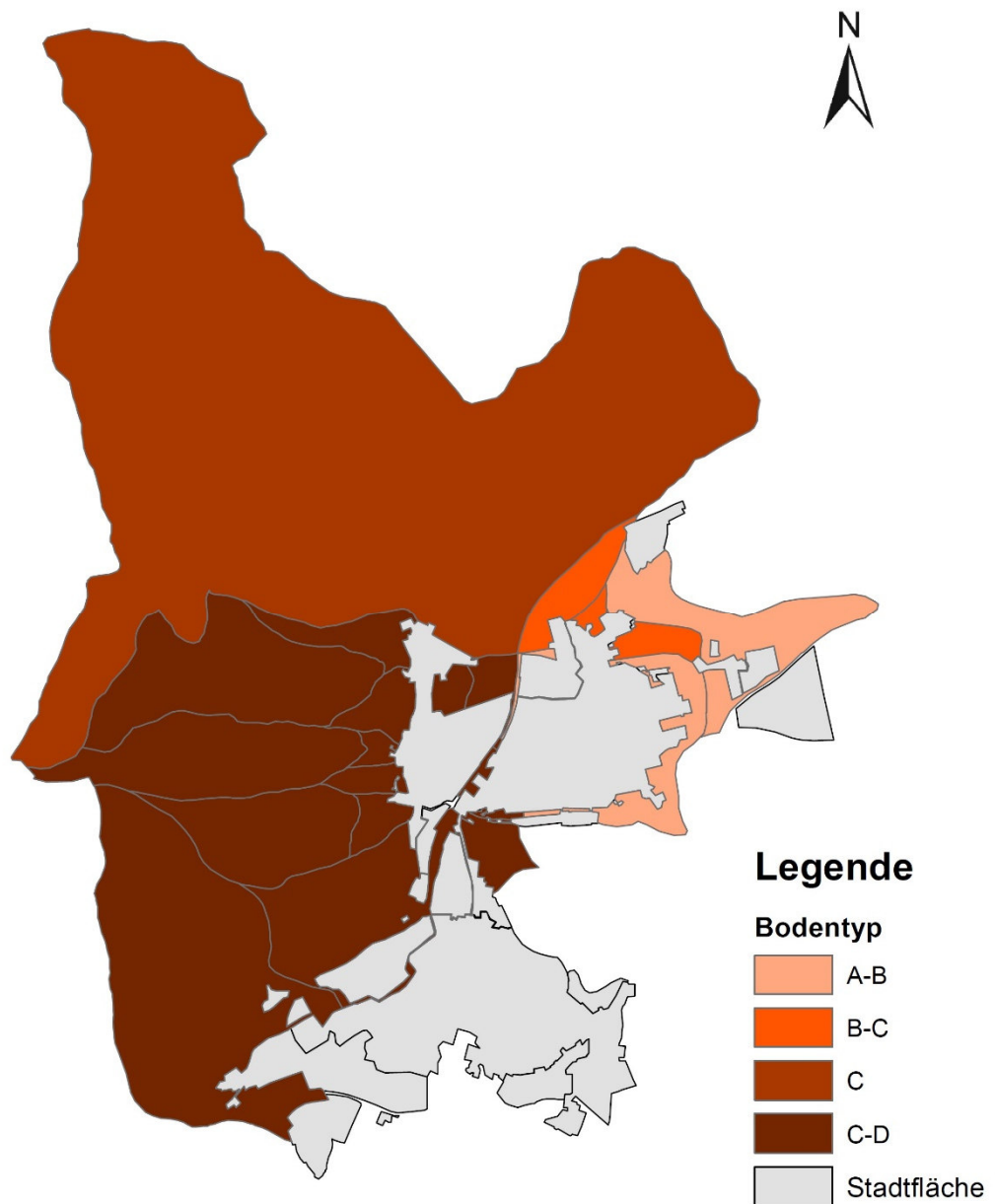


Abbildung 4: Übersichtsplan der im hydrologischen Modell implementierten Bodentypen nach Lutz



3.3 Gewässerverlauf

Oberhalb der Einmündung des Sulzerbachs wird der Wörthersbach als Stadelbach bezeichnet. Der Stadelbach fließt aus südwestlicher Richtung durch die Ortslage von Peißenberg und mündet nordöstlich von Peißenberg in die Ammer. Die hydraulisch berechnete Gewässerstrecke des Stadelbachs/Wörthersbachs beginnt am Standort des geplanten HRB Stadelbach im Hochreuth und endet im Bereich der Weilheimer Straße 19 im Bereich der Firma Philipp Brandner Brantec-Industrietoranlagen. Der Abschnitt hat eine Länge von rund 5 km.

Die hydraulisch berechnete Gewässerstrecke des Sulzerbachs beginnt oberhalb der Straße Tiefstollen und hat bis zur Mündung eine Länge von 420 m. Der Sulzerbach fließt aus westlicher Richtung dem Wörthersbach zu und unterquert den Bahnweg, den Bahndamm, die Sulzer Str. und die Alte Kohlenwäsche.

Die hydraulisch berechnete Gewässerstrecke des Buchaugrabens hat eine Länge von 920 m. Die Berechnungsstrecke beginnt am Ortsrand kurz oberhalb der Straße Thalacker und endet an der Mündung in den Michelsbach. Der Buchaugraben fließt aus nördlicher Richtung dem Michelsbach zu und unterquert dabei die Thalackerstraße und die Kirnbergl Straße.

Die hydraulisch berechnete Gewässerstrecke des Michelsbachs beginnt im Waldgebiet oberhalb der Ortslage von Peißenberg und hat eine Länge von 910 m. Der Michelsbach fließt aus westlicher Richtung dem Wörthersbach zu. Der Michelsbach unterquert die Thalackerstraße und den St. Michelsweg.

Die hydraulisch berechnete Gewässerstrecke des Fendter Bachs umfasst den 1,6 km langen Bereich von der Einmündung in den Wörthersbach bis zur Bahnlinie. Der Fendter Bach fließt zuerst aus nördlicher Richtung und danach aus westlicher Richtung dem Wörthersbach zu. Der Fendter Bach unterquert die Bahnlinie, die Stammerstraße und die Ludwigstraße.

4. Erstellung des hydrologischen Modells

4.1 Modellbeschreibung und Software

Die Ermittlung der hydrologischen Werte erfolgt mit dem IWG-Softwarepaket zur Hochwasseranalyse und -berechnung, Version 7.0 (ehemals IHW-Softwarepaket zur Hochwasseranalyse und -berechnung) [18]. Es wurde maßgeblich von Dr. Ihringer am Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik an der Universität Karlsruhe entwickelt. Im Rahmen der Modellerstellung kam zudem das Programm ArcGIS, Version 10.5, von der Esri Deutschland GmbH zum Einsatz [19].

4.2 Einzugsgebiete und Modellknoten

Die Abgrenzung der Teileinzugsgebiete erfolgte anhand der topographischen Karte (DTK25) und bereichsweise anhand des Laserscan Geländemodells. Anschließend wurden die Stadteinzugsgebiete gemäß der zur Verfügung gestellten Kanalisationsdaten abgegrenzt ([12] und [18]). Im Südwesten des Einzugsgebiets entwässern Teile der Stadtflächen über die Kanalisation in Richtung der Ammer, obwohl sie aufgrund einer rein topographischen Abgrenzung (Laser-Scanning-Daten) in Richtung Wörthersbach entwässern würden.

Die Leistungsfähigkeit der Kanalisation ist auf kurze Ereignisdauern hoher Intensitäten mit Jährlichkeiten von rund 1 bis 3 Jahren im Freispiegelabfluss ausgelegt. Früher wurde hier von einer Richtgröße von rund 144 l/(s*ha) bei einem einjährigen 15-minütigen Regen ausgegangen. Im Überstau (bei dem auch kurzzeitig Wasser auf der Straße stehen kann) ist davon auszugehen, dass eine Steigerung auf eine Jährlichkeit von rund 5-10 Jahren möglich ist. Dies entspricht gemäß Kostra-DWD-2010R bei einer gleichmäßigen Verteilung einer Spende von 250 l/(s*ha) und 330 l/(s*ha) .

Dieser Orientierungswert wurde anhand der Niederschlagsmessung an der DWD-Station Hohenpeißenberg beim Ereignis vom Mai 16 plausibilisiert. Hier fielen innerhalb von 15 Minuten rund 27 mm. Dies entspricht einer Spende von rund 300 l/(s*ha) . Unmittelbar über der Ortslage gehen wir auf Basis der Radardaten von rund 250 l/(s*ha) aus. Nach Angaben des Marktes Peißenberg wurde keine großflächige Überlastung des Kanalnetzes mit Bildung von oberflächlichen Fließwegen zum Gewässer beobachtet. Bei punktuellen Überlastungen sammelte sich das Wasser und floss dann vorrangig verzögert über die Kanalisation ab.

Beim 100-jährlichen Kostra-Niederschlag (Kostra-DWD-2010R) liegt die Niederschlagsspende bei einer gleichmäßigen zeitlichen Verteilung beim 1-stündigen Niederschlag bei rund 194 l/(s*ha) . Bei einer endbetonten Verteilung ergibt sich eine maximale Spende von rund 310 l/(s*ha) . Geht man entsprechend der Beobachtung davon aus, dass rund 250 l/(s*ha) letztlich über die Kanalisation abfließen, sind dies rund 80 % und somit der überwiegende

Teil. Mit zunehmender Niederschlagsdauer ist bei gleichbleibender Jährlichkeit von einer abnehmenden Regenintensität auszugehen. Bei längeren Ereignisdauern kann daher davon ausgegangen werden, dass ein noch höherer Anteil durch die Kanalisation abgeführt werden kann.

Die Verlegung der Einläufe stellt wie auch die Verklausung von Brücken ein Restrisiko für Schäden dar, das nicht durch Hochwasserschutzmaßnahmen zu vermeiden ist.

Aus den aufgeführten Gründen wurde das Modell im Bereich der Stadtflächen entsprechend den Einzugsgebieten aus dem Generalentwässerungsplan abgegrenzt.

Zur Plausibilisierung der Ergebnisse und zur Abschätzung des Restrisikos wurde ein vereinfachtes Vergleichsmodell aufgestellt, dessen Grenzen rein auf den topographischen Einzugsgebieten festgelegt wurden.

Der Plan 1 zeigt den flächendetaillierten Knotenplan. Der Anlage 2.4 ist der systematische Knotenplan zu entnehmen.

4.3 Abflussbildung und -konzentration in ländlichen Teileinzugsgebieten

Für die Ermittlung des Abflussbeiwertes ψ und für die Bestimmung der Einheitsganglinie wurden die entsprechenden Regionalisierungsansätze nach Lutz verwendet.

Bei der Ermittlung des Abflussbeiwerts wird für jedes Teileinzugsgebiet in Abhängigkeit des Bodentyps und der Landnutzung zunächst ein Endabflussbeiwert c bestimmt (s. Abbildung 4). Dieser Endabflussbeiwert c bildet den oberen Grenzwert des Abflussbeiwerts, der bei sehr hohen Niederschlägen zu erwarten ist. Über eine flächengewichtete Mittelung wird der Endabflussbeiwert c und der Anfangsverlust A_v für das jeweilige Teileinzugsgebiet bestimmt. Der Endabflussbeiwert c wird über ereignisspezifische Parameter wie Höhe des Niederschlags, Jahreszeit und Vorbodenfeuchte vor dem Ereignis modifiziert und mittels der Kalibrierungsparameter c_1 bis c_4 an gemessene Hochwasserereignisse angepasst. Der Abflussbeiwert wird mit dem entsprechenden Verfahren nach Lutz rekursiv für jeden Zeitschritt berechnet.

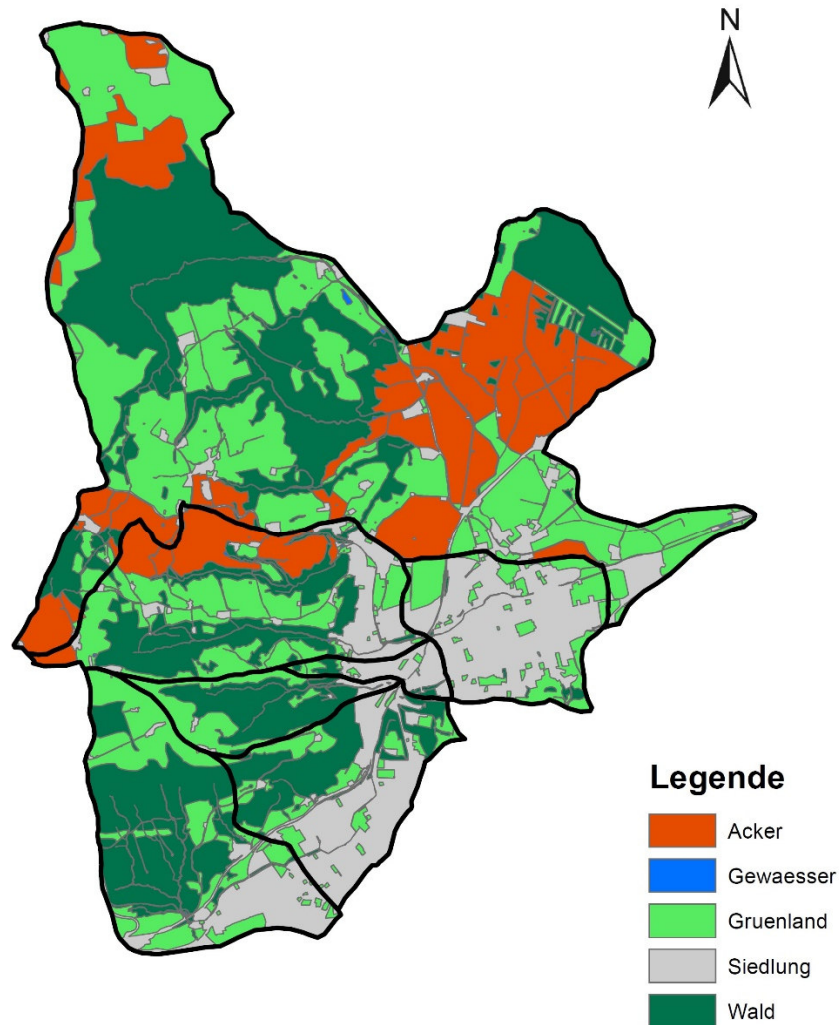
Die Basisabflussspende q_{bas} als Maß für die Vorbodenfeuchte wurde bei der Modellanpassung aus dem Abfluss vor dem Ereignisbeginn abgeschätzt.

Die Einheitsganglinie wird über die Anstiegszeit t_A und den Scheitelwert u_{max} beschrieben. Neben dem Bebauungsanteil u und dem Waldanteil w bestimmen Länge und gewogenes Gefälle des Vorfluters die Anstiegszeit bei dem Regionalisierungsverfahren nach Lutz. Über den Gebietsfaktor P_1 kann die Anstiegszeit t_A an gemessene Niederschlags-Abfluss-Ereignisse angepasst werden.

Die erforderlichen Gebietskennwerte wurden mit den in der Anlage 1 aufgeführten Geobasisdaten ermittelt.

Die Parameter der ländlichen Teileinzugsgebiete sind in Anlage 2.1 zusammengestellt.

Abbildung 5: Übersichtsplan der Landnutzung im topographischen Einzugsgebiet



4.4 Abflussbildung und -konzentration in bebauten Teileinzugsgebieten

Wie in der Niederschlags-Abfluss-Modellierung von Flusseinzugsgebieten üblich, wird der Abfluss aus kanalisiert Gebieten über ein hydrologisches Verfahren simuliert. Im Unterschied zu hydrodynamischen Modellen wird hierbei das Kanalnetz weniger detailliert und nur in seiner Wirkung auf das Gewässer simuliert. Die hydrologischen Verfahren erfassen das Retentionsvermögen des Kanalsystems durch Verwendung von Systemfunktionen.

Um das Abflussverhalten der bebauten Teileinzugsgebiete der Ortslage Peißenberg zu berücksichtigen, wurden die zur Verfügung gestellten Kanalisationspläne ausgewertet. Die bebauten Flächen wurden vom Landeinzugsgebiet getrennt modelliert. Das Einzugsgebiet des RÜ 6 entwässert in den Sulzerbach. In den Stadelbach/Wörthersbach entlasten neben Gebieten mit Trennkanalisation die RÜB 2 und 3 sowie das RÜB 5.

Die Abflussbeiwerte der beiden städtischen Einzugsgebiete wurden gleich dem Versiegelungsgrad angenommen, welcher für jedes Teileinzugsgebiet auf Grundlage der ALKIS-Daten [2] ermittelt wurde. Als Anfangsverlust wurde $A_v = 1,0$ mm angenommen.

Die Abflusskonzentration in den beiden städtischen Einzugsgebieten wurde über eine lineare Speicherkaskade beschrieben. Es wurden jeweils zwei Linearspeicher angesetzt. Die Retentionskonstanten der linearen Speicherkaskade wurden entsprechend der örtlichen Gegebenheiten abgeschätzt.

Für das RÜB 2 (Knoten 67) wurde zusätzlich eine hydrotechnische Berechnung aus 2009 [18] ausgewertet. Diese gibt den maximalen Abfluss in den Entlastungsleitungen (2 x DN 1200) ohne Einstau im Ober- oder Unterstrom zu $4,2 \text{ m}^3/\text{s}$ an. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung angesetzte Leistungsfähigkeit von $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ist somit plausibel.

Die Parameter der städtischen Teileinzugsgebiete sind in Anlage 2.2 zusammengestellt.

4.5 Modellierung der Wellenverformung

Im Zuge des Wellenablaufs entlang einer Gewässerstrecke erfährt die Hochwasserwelle eine zeitliche (Translation) und volumenmäßige (Retention) Verformung (auch: fließende Retention). Im hydrologischen Modell wird die Wellenverformung über Fließgeschwindigkeiten und Volumen-Abfluss-Beziehungen abgebildet.

Für den Wörthersbach wurden Translation und Retention aus den Berechnungsergebnissen der hydraulischen Modellierung abgeleitet. Die hydraulischen Berechnungen erfolgten für das gesamte Abflussspektrum (Mittelwasserabfluss bis HQExtrem). Damit liegen die Überflutungsflächen und -tiefen für verschiedenen Abflüsse vor. Diese Daten wurden im hydrologischen Modell durch den Einbau von Abfluss-Volumen-Beziehungen als ungesteuerte Hochwasserrückhaltebecken eingebaut. Die Translationszeit wurde über die Fließgeschwindigkeit und die Länge des Gewässerabschnitts ermittelt.

In den Seitengewässern des Wörthersbachs wurde hierfür das Verfahren nach Kalinin-Miljukov angewendet, in dem die Fließstrecke in charakteristische Abschnitte unterteilt wird, die dann als lineare Speicherkaskade den Abfluss transportieren. Die angesetzten Parameter wurden basierend auf Erfahrungswerten abgeschätzt.

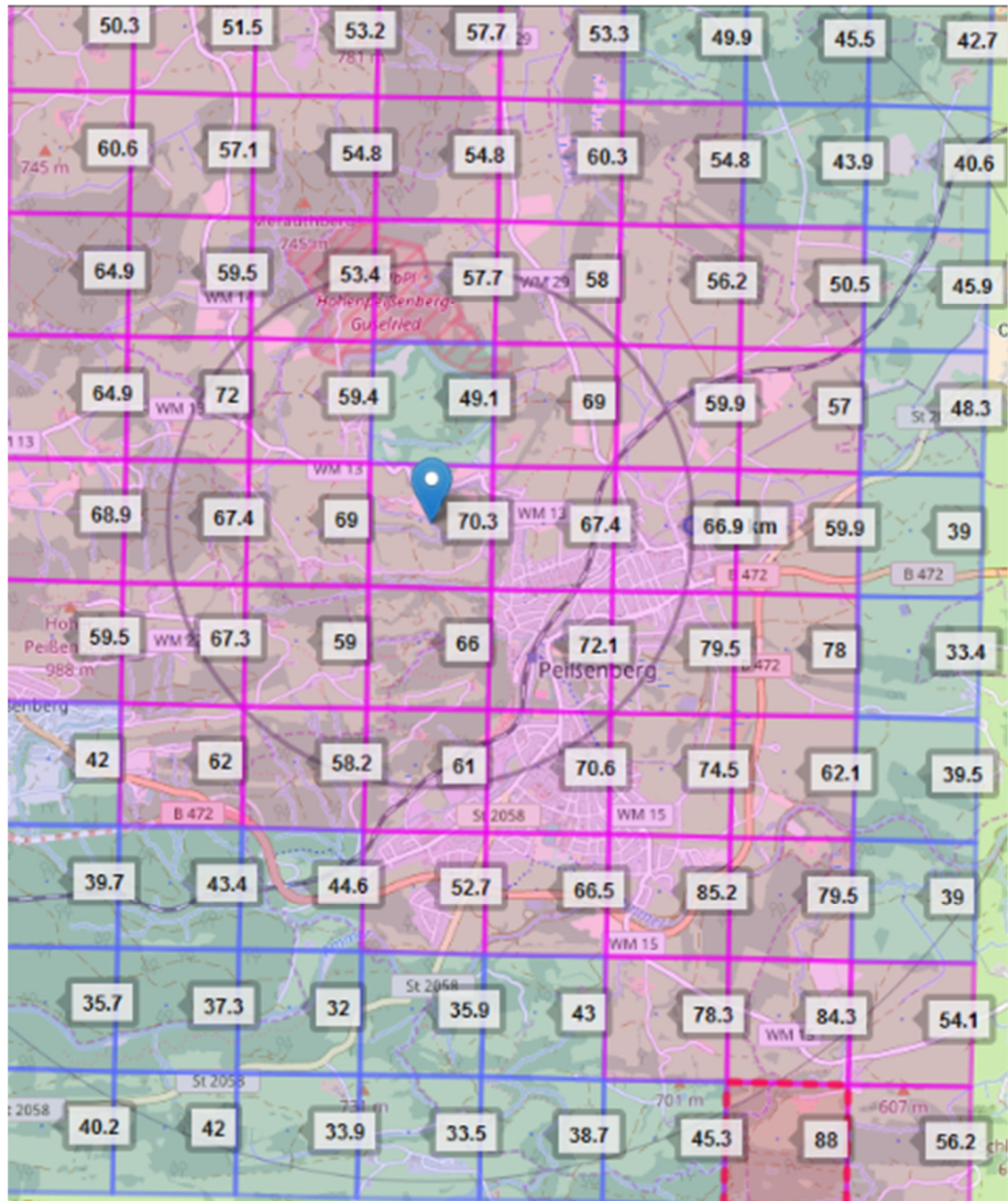
Die ermittelten Eingangsparameter zur Wellenverformung sind in Anlage 2.3 dargestellt.

4.6 Modellkalibrierung

Die Modellkalibrierung des hydrologischen Modells wurde anhand des Hochwasserereignisses vom 29.05.2016 durchgeführt.

Zur Ermittlung des gefallenen Niederschlags wurden die Niederschlagsdaten des DWD [9] ausgewertet. An der DWD-Niederschlagsstation Hohenpeißenberg wurden innerhalb von 2 Stunden rund 80 mm Niederschlag gemessen. Aufgrund der nassen Witterung in den Vorwochen lag die Bodenfeuchte Ende Mai 2016 auf einem sehr hohen Niveau, so dass eine hohe Abflussbereitschaft der Böden bestand. Nachfolgende Abbildung 6 zeigt die Niederschlagssummen der einzelnen Rasterzellen für das Ereignis vom 29.05.2016.

Abbildung 6: Niederschlagssummen der DWD-Radarniederschlagsmessung für das Hochwasser im Mai 2016 [9]



Für die Nachrechnung wurden die RADOLAN-Radardaten des DWD und die DWD-Wetterstation Hohenpeissenberg verwendet.

Für den Sulzergraben und den Michelsbach wurde eine Niederschlagssumme analog der Wetterstation Hohenpeissenberg mit 75 mm angesetzt.

Für das Einzugsgebiet des Fendter Bachs wurde die gemittelte Niederschlagssumme der RADOLAN-Radardaten von 58 mm angesetzt.

Für das Einzugsgebiet des Stadelbachs und die Zwischeneinzugsgebiete des Wörthersbachs wurde die gemittelte Niederschlagssumme der RADOLAN-Radardaten von 62 mm angesetzt.

Für den zeitlichen Verlauf wurde für alle Einzugsgebiete die Wetterstation Hohenpeissenberg angesetzt.

Die Privatstation liegt etwas außerhalb des Einzugsgebietes am Wörthersbach mit einer Niederschlagssumme von 68 mm über das gesamte Niederschlagsereignis.

Da im modellierten Einzugsgebiet keine Abflusspegel vorhanden sind, werden die Abflusswerte mithilfe der hydraulischen Modelle über die beobachteten Überflutungsflächen und -tiefen ermittelt. Die Unsicherheit der über das hydraulische Modell ermittelten Abflusswerte wird mit rund 20 % abgeschätzt.

Tabelle 1 zeigt die berechneten Abflüsse aus hydraulischem und hydrologischem Modell im Vergleich.

Tabelle 1: Abgleich der berechneten Abflüsse aus hydraulischem und hydrologischem Modell unter zusätzlicher Angabe des HQ₁₀₀-Abflusses

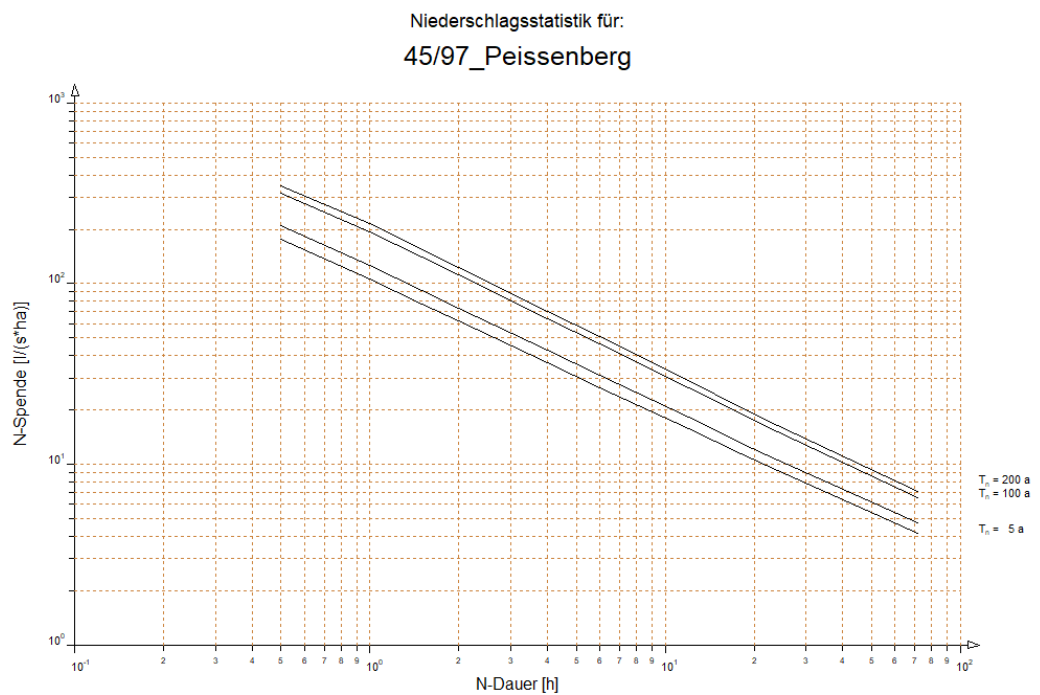
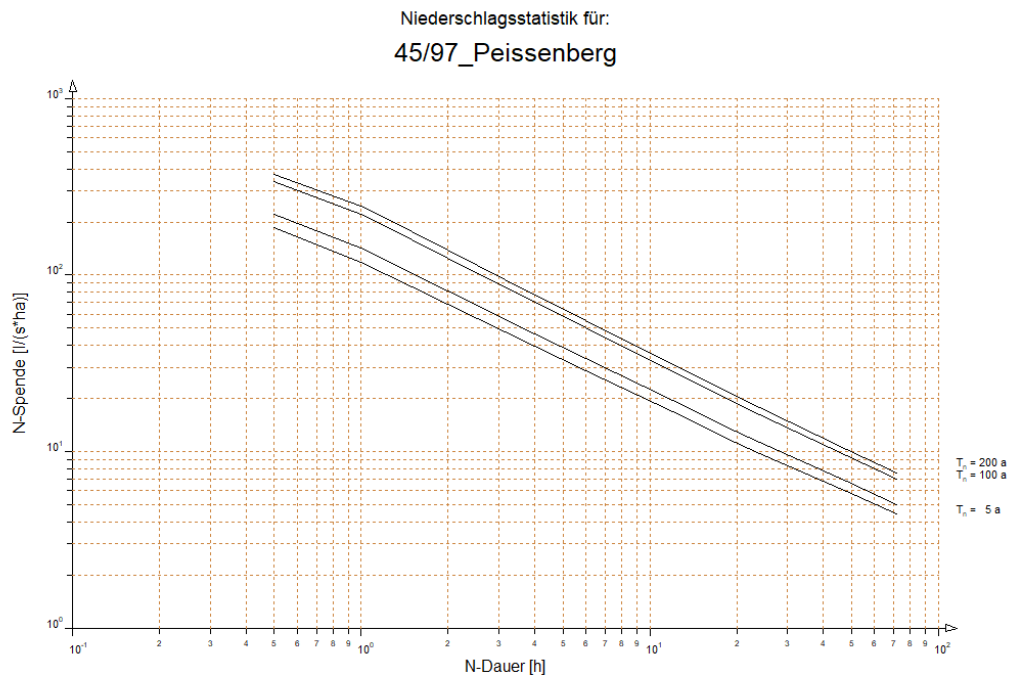
Gewässerbereich (Knoten)	Abfluss [m³/s]		
	HW 2016: Hydraulisches Modell	HW 2016: Hydrologi- sches Modell	HQ ₁₀₀
Mündung Sulzerbach (7)	ca. 2	2,2	4,1
Michelsbach oh. Buch- augraben (11)	ca. 2	2,3	4,2
Mündung Buchaugraben (18)	ca. 6	4,3	7,1
Michelsbach uh. Buch- augraben (19)	ca. 7	6,6	11,2
Mündung Fendter Bach (29)	ca. 9	8,5	15,9
Stadelbach oh. Sulzerbach (Rigi Center) (61)	5 bis 6	4,9	7,4
Wörthersbach uh. RUE 3 (76)	ca. 12	12,4	18,6
Wörthersbach oh. Fendter Bach (79)	ca. 10	12,7	19,1

4.7 Modellierung der Gebietsniederschläge (Jährlichkeiten)

Die Bemessungsniederschläge basieren auf den Niederschlagshöhen aus KOSTRA-DWD-2010R [12]. Die modellierten Einzugsgebiete liegen gemäß REWANUS [11] nicht im schneehydrologisch relevanten Gebiet, d.h. in der Schneedecke abgelagerte und gespeicherte Niederschläge sind nicht maßgeblich. Für das gesamte Einzugsgebiet wurden die Niederschläge des KOSTRA-Rasterfelds Spalte 45, Zeile 97, angesetzt. Im deutschlandweiten Vergleich liegen die anzusetzenden Kostra-Werte sehr hoch.

Zur Bildung des Gebietsniederschlag wurde durch ein Programmmodul im IHW-Paket über eine Ausgleichsgerade überprüft, ob die verschiedenen Dauerstufen aus dem Kostra-Atlas konsistent sind. Im Bereich von Knicken wurden die Niederschlagswerte aus Kostra-DWD-2010R geringfügig modifiziert. Die modifizierten Werte liegen sämtlich innerhalb des in Kostra-DWD-2010R aufgeführten Intervalls. In Abbildung 7 sind die ursprünglichen und die angepassten Niederschlagswerte dargestellt.

Abbildung 7: Ausgleichsgerade Kostra-Werte



Es wurden Bemessungsabflüsse basierend auf 10 Niederschlagsdauern ($D = 60$ und 90 Minuten sowie $2, 4, 6, 12, 18, 24, 48$ und 72 Stunden) für die Jährlichkeiten und $T = 5$ Jahre und $T = 100$ Jahre berechnet. Im Vorfeld der abschließenden Berechnung wurde durch Berechnung des 30-minütigen Ereignisses überprüft, dass für die betrachteten Gewässer keine kürzere Dauerstufe als eine Stunde maßgeblich ist.

Für den Lastfall Klimaänderung wurde unter der Zielsetzung einer 15-prozentigen Erhöhung des Abflusses bei HQ_{100} an repräsentativen Gewässerstellen (s. Kapitel 2.6) eine korrespondierende Zunahme des Niederschlags von 9% iterativ ermittelt. Die implementierten Niederschlagssummen für die Jährlichkeit $T = 100$ Jahre zeigt die folgende Tabelle 2.

Tabelle 2: Implementierte Niederschlagssummen in Abhängigkeit der Dauerstufe und Jährlichkeit des Regenerignisses

Dauerstufe	TN 100 [mm]	TN 100, Klima [mm]
60 min	70,0	76,3
90 min	75,8	82,6
2 h	80,2	87,4
4 h	92,1	100,4
6 h	99,9	108,9
12 h	115,0	125,4
18 h	122,5	133,5
24 h	130,0	141,7
48 h	154,0	167,9
72 h	170,0	185,3

5. Ergebnisse des hydrologischen Modells

5.1 Berechnung der synthetischen Abflüsse

Für die Berechnung der synthetischen Abflüsse wurden die Niederschlagssummen verschiedener Dauerstufen gemäß Kapitel 4.7 implementiert. Die Modellparameter sind in der Anlage 2.1 bis 2.3 zusammengestellt. Die Modellierung der zeitlichen Verteilung des Abflussbeiwertes erfolgte nach Lutz.

In Anlage 2.5 sind die berechneten Abflussscheitelwerte für das bearbeitete Einzugsgebiet zusammengestellt. Ebenfalls sind die berechneten Abflussscheitelwerte beim Hochwasser 2016 an relevanten Modellknoten zu entnehmen.

Folgende Niederschlagsdauern sind an den jeweils aufgeführten Gewässern maßgeblich:

Mündung Sulzerbach:	1 h
Mündung Buchaugraben:	1,5 h
Mündung Michelsbach:	1,5 h
Mündung Fendterbach:	4 h
Stadelbach HRB:	2 h
Wörthersbach:	2 h bis 4 h

5.2 Ganglinien

Nachfolgend werden für ausgewählte Modellknoten die 100-jährlichen Abflussganglinien für die modellierten Dauerstufen dargestellt.

Abbildung 8: Abflussganglinien Mündung Sulzerbach (Kn. 7)

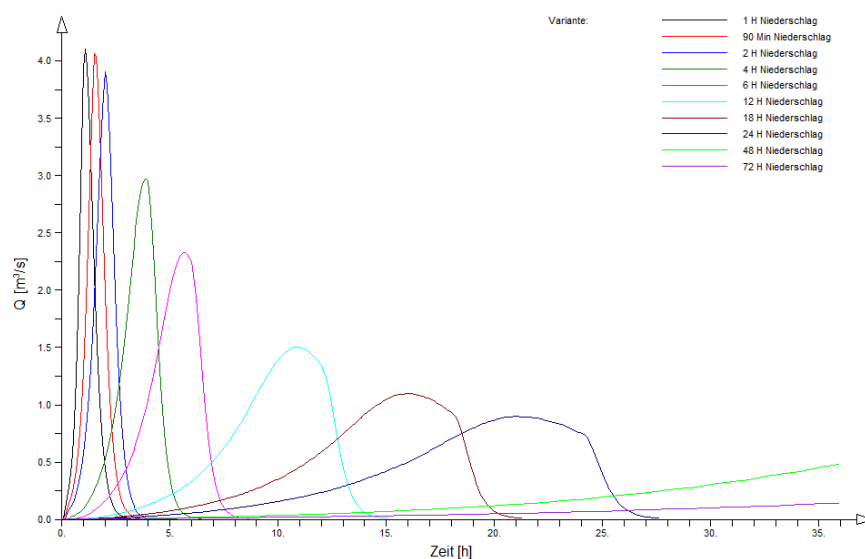


Abbildung 9: Abflussganglinien Mündung Buchaugraben (Kn. 18)

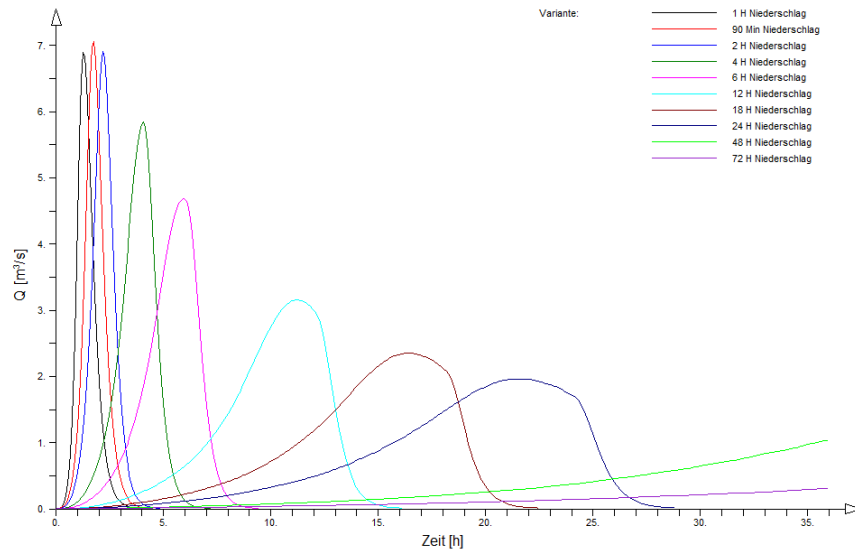


Abbildung 10: Abflussganglinien Mündung Michelsbachs (Kn. 19)

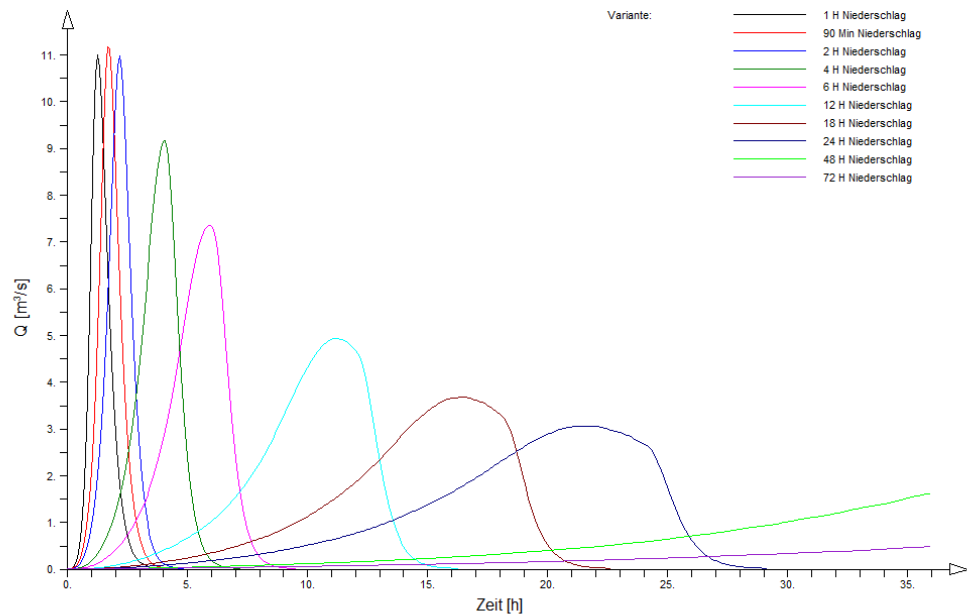


Abbildung 11: Abflussganglinien Mündung Fendter Bach (Kn. 29)

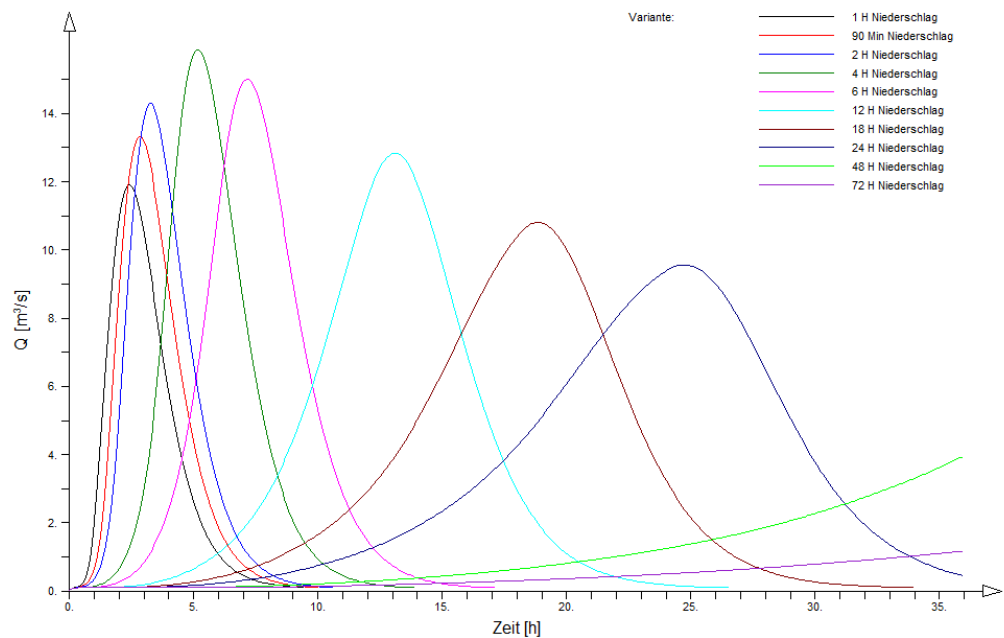


Abbildung 12: Abflussganglinien Zufluss HRB Stadelbach (Kn. 50)

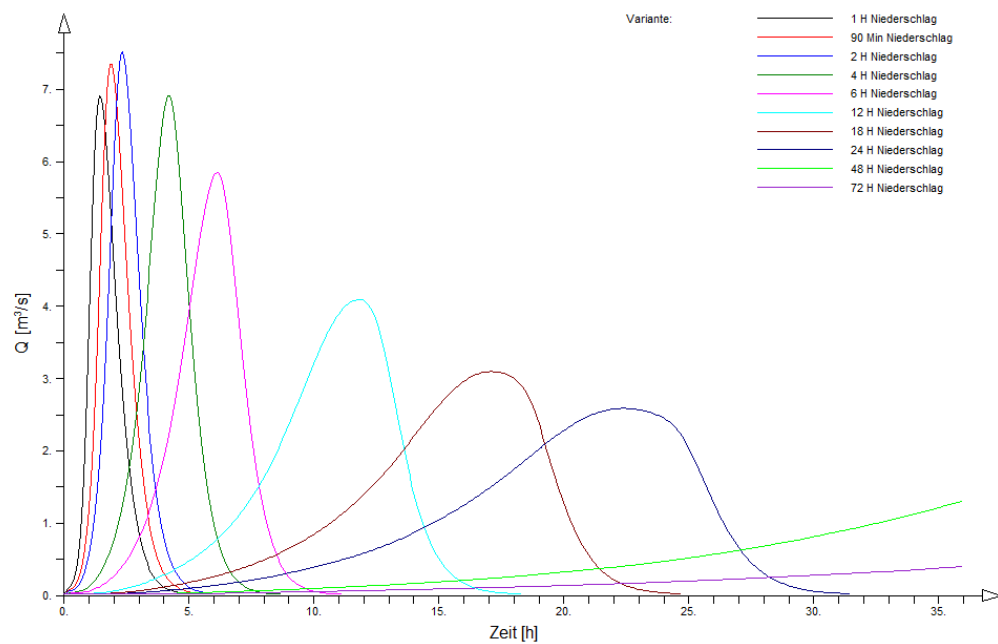


Abbildung 13: Abflussganglinien Wörthersbach oh. Sulzerb. (Kn. 61)

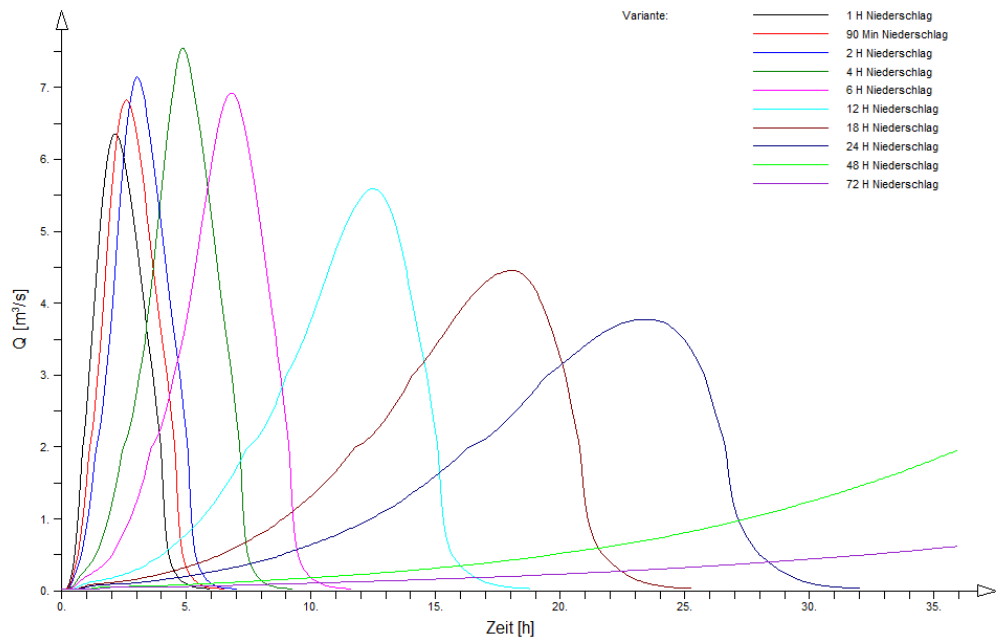


Abbildung 14: Abflussganglinien Wörthersbach uh. Sulzerb. (Kn. 62)

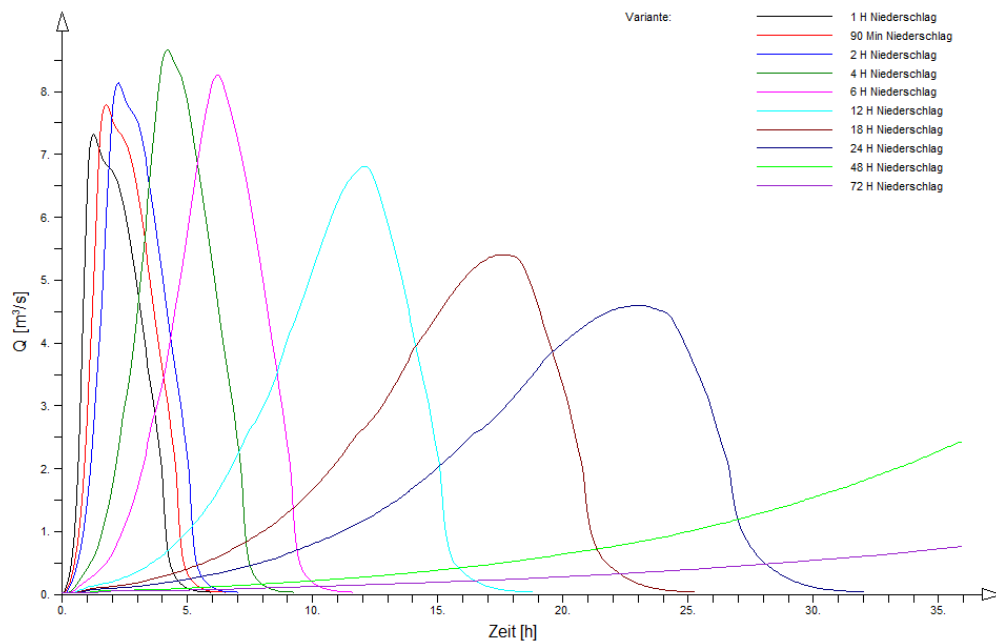


Abbildung 15: Abflussgangl. Wörthersb. uh. Michelsb. u. RÜB 2 (Kn. 69)

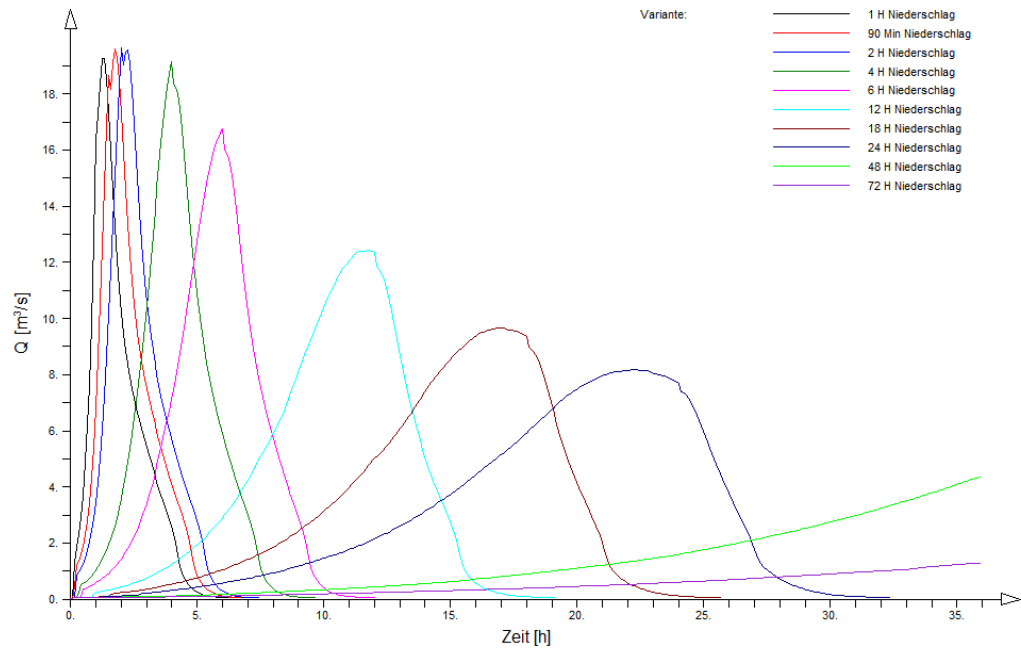


Abbildung 16: Abflussgangl. Wörtersb. oh. Fendterb. (Kn. 79)

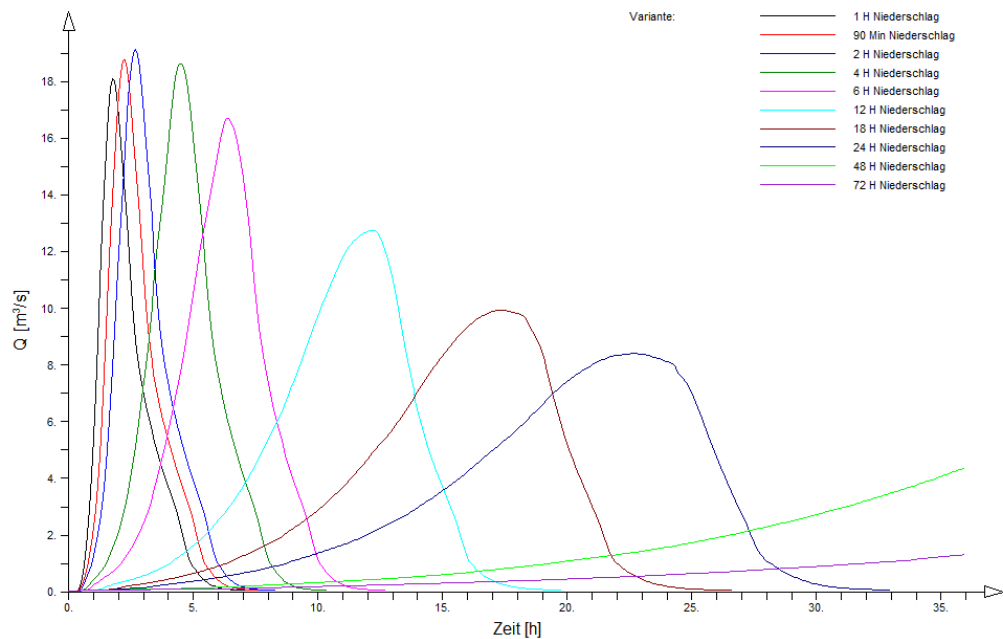
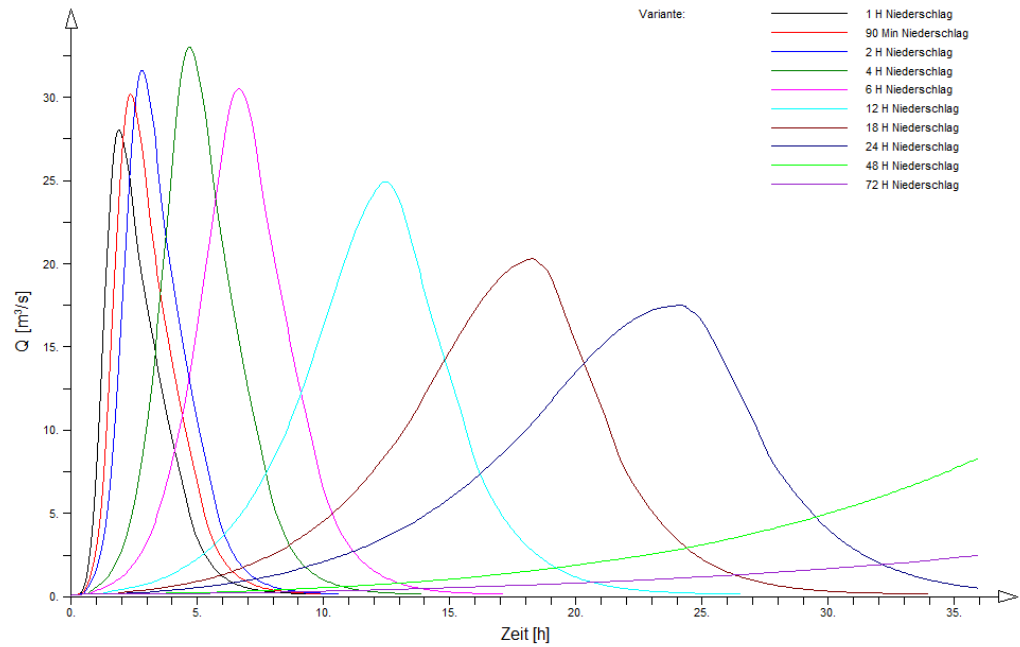


Abbildung 17: Abflussgangl. Wörtersb. uh. Fendterb. (Kn. 81)



5.3 Vergleich mit vorliegenden Abflusswerten

Ein Vergleich mit den Abflüssen aus der hydrologischen Studie der Steinbacher Consult mbH & Co. KG [11] kann nachfolgender Tabelle 3 für das HQ₁₀₀ entnommen werden.

Tabelle 3: Vergleich Abflusswerte vorliegender Untersuchungen

Kn.	Bezeichnung	HQ ₁₀₀ [m³/s]	
		Steinbacher [11, 19]	IWP
Sulzerbach			
7	Mündung Sulzerbach	6,1 [11, S. 41]	4,1
Michelsbach			
19/20	Mündung Michelsbach	12,4 [11, S. 41]	11,2
Fendter Bach			
29	Mündung Fendter Bach	25,7 [11, S. 41]	15,9
Stadelbach/Wörthersbach			
50	Zufluss gepl. HRB Stadelbach	8,1 [19, S. 11]	7,5
61	Wörthersbach oh. Sulzerbach	18,0 [11, S. 35]	7,6
79	Wörthersbach oh. Fendterbach	38,0 [11, S. 36]	19,1
81	Wörthersbach uh. Fendter Bach	50,0 [11, S. 38]	33,0

* nicht bekannt

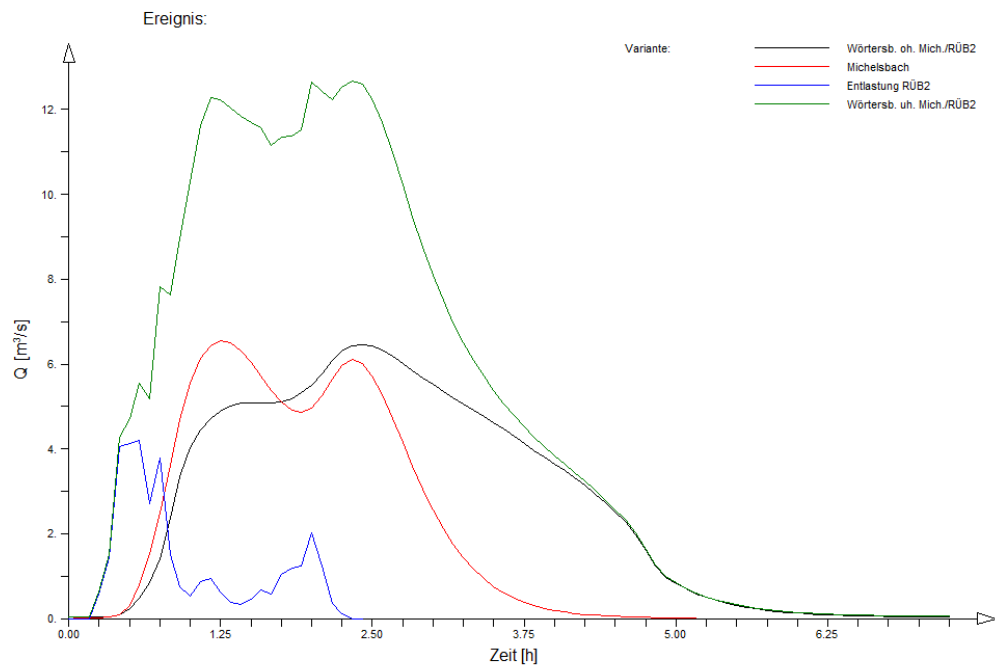
Die mit dem anhand des Hochwassers 2016 plausibilisierten hydrologischen Modell von IWP berechneten Abflüsse für das HQ₁₀₀ liegen für die Nebengewässer des Wörthersbachs deutlich niedriger als die Abflüsse aus der Untersuchung des Büros Steinbacher Consult mbH & Co. KG.

5.4 Wirkung des RÜB2 auf den Hochwasserabfluss im Wörthersbach

Beim Hochwasser 2016 berichteten betroffene Anwohner von einem großen Einfluss des RÜB2 auf den Hochwasserabfluss im Wörthersbach. Daher wurden bezüglich der Überlagerung der Wassermengen an der Einmündung des Michelsbach und des RÜB2 in den Wörthersbach die Ergebnisse des hydrologischen Modells für das Hochwasser 2016 und für das HQ₁₀₀ (exemplarisch für das 90-minütige Niederschlagsereignis) ausgewertet.

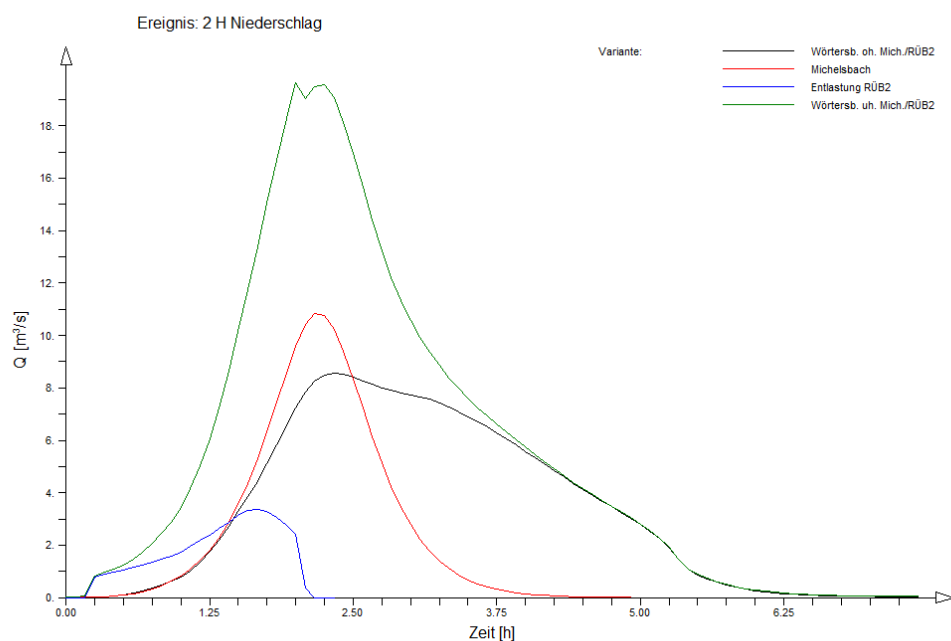
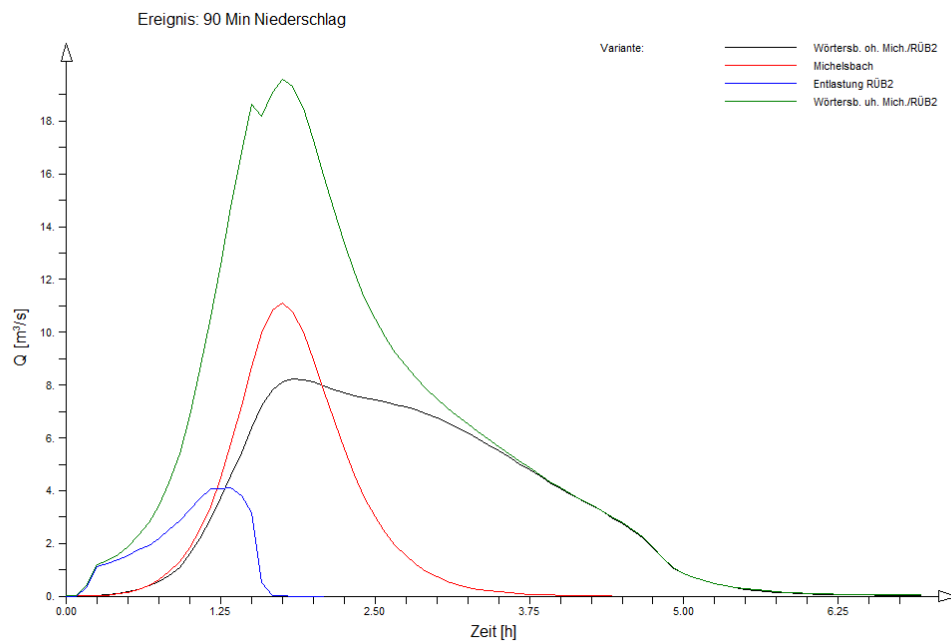
Die folgende Abbildung 18 zeigt die Überlagerung der Abflussganglinien beim Hochwasser 2016.

Abbildung 18: Überlagerung der Abflüsse im Wörthersbach, dem Michelsbach und dem RÜ2 beim Hochwasser 2016



Die folgende Abbildung 19 zeigt die Überlagerung der Abflussganglinien beim Hochwasser HQ₁₀₀ (90-minütiges Niederschlagsereignis).

Abbildung 19: Überlagerung der Abflüsse im Wörthersbach, dem Michelsbach und dem RÜ2 beim HQ₁₀₀ (90-minütiges Ereignis und 2-stündiges Ereignis)



Die Ergebnisse zeigen, dass es im Einzugsgebiet des RÜB2 aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und des Gefälles zu einer ausgeprägten Abflussbildung bei schneller Abflusskonzentration kommt. Die Entlastungswasserganglinie des RÜB2 läuft, auch bedingt durch das kleinere Einzugsgebiet, der Hochwasserwelle des Wörthersbachs und des Michelbachs voraus.

5.5 Bemessungshochwasserabflüsse für die Objektplanung des Hochwasserschutzes Peißenberg Nord, BA I „Gewässerausbau Wörthersbach und Bypass Schellhammergasse/Iblherstraße“

Die Bemessungshochwasserabflüsse für den Wörthersbach und die Seitengewässer sind in der Anlage 2.5 aufgeführt. Da die jeweils maßgeblichen Scheitelwerte bei Zusammenflüssen nicht zeitgleich oder bei unterschiedlichen Dauerstufen auftreten, führt eine Addition der einzelnen Zuflussscheitelwerte in der Regel zu einer Überschätzung des Abflussscheitelwerts nach dem Zusammenfluss. Nachfolgend werden die Bemessungsabflüsse der Übersichtlichkeit halber nochmals zusammengefasst dargestellt:

5.5.1 Gewässerausbau Wörthersbach

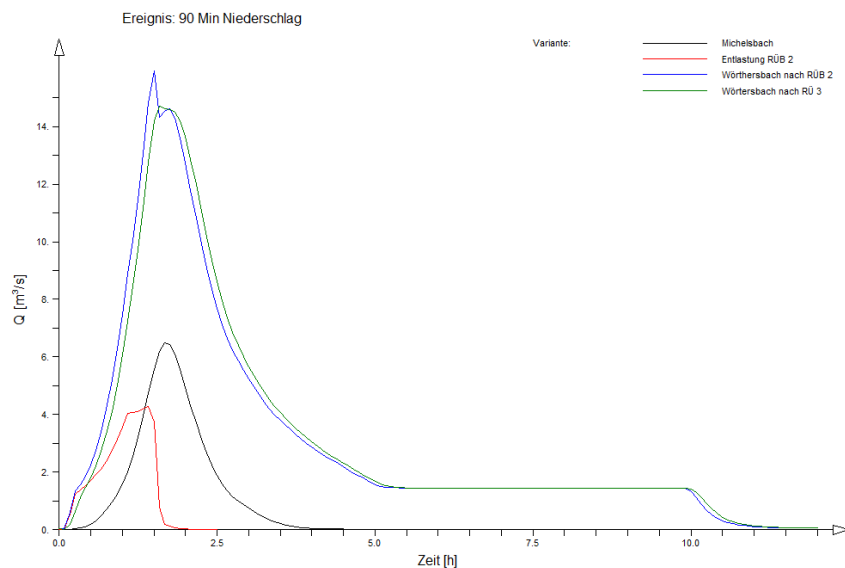
Der Gewässerausbau Wörthersbach wird auf HQ_{100, Klima} mit Wirkung des HRB Stadelbach ausgelegt. Gemäß den Berechnungen mit dem hydrologischen Modell ergeben sich folgende Bemessungsabflüsse:

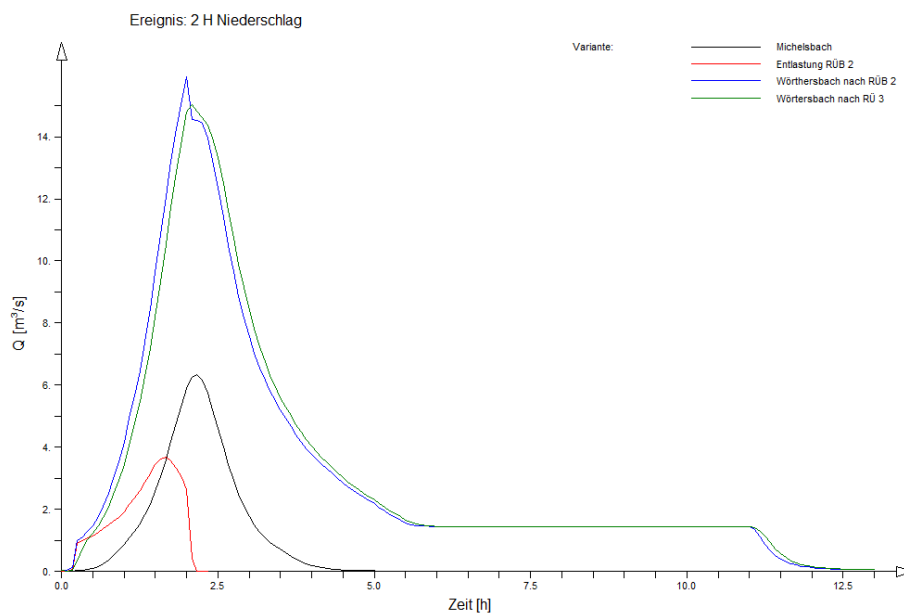
Tabelle 4: Bemessungsabflüsse Gewässerausbau Wörthersbach

Lage Modellknoten (Nr. Knoten)	Bemessungs- abfluss HQ _{100, Klima}	Bemerkung
unterstrom HRB Stadelbach (50ab)	1,4 m³/s 2,6 m³/s	Regelabgabe HRB bei kurzzeitigem Anspringen der HWE
oberstrom Sulzerbach (61)	4,6 m³/s	
unterstrom Sulzerbach (62)	8,0 m³/s	Zwischen Mündung Sulzerbach und ehemalige Gärtnerei
bis oberstrom Michelsbach (65)	8,5 m³/s	Modell weist einen etwas höheren Retentionseffekt aus (Dämpfung auf 7,9 m³/s am Knoten 65), aufgrund verbleibender Unsicherheiten bei der Simulation der Wirkung der Renatur- ierung beträgt der Bemessungsab- fluss unterstrom der ehemaligen Gärtnerei 8,5 m³/s.
unterstrom Michelsbach u. RÜB 2 (69)	16,7 m³/s	Modell weist eine etwas günstigere Überlagerung der Ganglinien in Ver- bindung mit einer höheren Retention

		im Bereich der Renaturierung aus. Der Scheitelwert aus dem Modell liegt hier bei 15,9 m³/s. Der Bemessungsabfluss enthält demnach zur Berücksichtigung der Unsicherheiten unmittelbar unterstrom der Einmündung des Michelsbachs und des RÜB 2 eine Reserve von rd. 5 %.
unterstrom RÜ 3 (76)	15,0 m³/s	Die nur kurzzeitig auftretenden Zuflussscheitelwerte nach der Einmündung des Michelsbach und des RÜB 2 werden im Bereich der Fließstrecke von rund 640 m gedämpft (siehe Abbildung 20)
oberstrom Fendter Bach (79)	15,6 m³/s	

Abbildung 20: Überlagerung der Abflüsse im Wörthersbach, dem Michelsbach und dem RÜB 2 beim HQ_{100K} mit Berücksichtigung der vorgesehenen Hochwasserschutzmaßnahmen (90-minütiges und 2-stündiges Ereignis)





5.5.2 Örtlicher Hochwasserschutz Sulzerbach

Der örtliche Hochwasserschutz Sulzerbach wird auf HQ_{100, Klima} ausgelegt. Gemäß den Berechnungen mit dem hydrologischen Modell ergibt sich folgender Bemessungsabfluss:

Tabelle 5: Bemessungsabflüsse örtlicher HWS Sulzerbach

Lage Modellknoten (Nr. Knoten)	HQ _{100, Klima}
Oberstrom Bahndamm (6)	4,7 m³/s
Mündung (7)	4,7 m³/s

5.5.3 Überleitung Buchaugraben

Die Überleitung Buchaugraben ist nicht Gegenstand der vorliegenden Entwurfsplanung. Da sie jedoch den Bemessungsabfluss des örtlichen Hochwasserschutzes am Michelsbach beeinflusst, werden nachfolgend die Bemessungsabflüsse für die Überleitung aufgeführt:

Tabelle 6: Bemessungsabflüsse Überleitung Buchaugraben

Lage Modellknoten (Nr. Knoten)	HQ _{100, Klima}
Zuflusswassermenge Buchaugraben am Überleitungsbauwerk (16)	7,3 m³/s
Bemessungswassermenge Überleitung	6,8 m³/s
Weiterleitungswassermenge im Buchaugraben	0,5 m³/s

5.5.4 Örtlicher Hochwasserschutz Michelsbach

Der örtliche Hochwasserschutz Michelsbach wird auf $HQ_{100, \text{Klima}}$ unter Berücksichtigung der geplanten Überleitung Buchaugraben ausgelegt. Gemäß den Berechnungen mit dem hydrologischen Modell ergeben sich folgende Bemessungsabflüsse:

Tabelle 7: Bemessungsabflüsse örtlicher HWS Michelsbach

Lage Modellknoten (Nr. Knoten)	$HQ_{100, \text{Klima}}$	Bemerkung
Nach Einmündung Buchaugraben (19)	6,6 m ³ /s	Mit Berücksichtigung
Mündung Michelsbach (20)	6,6 m ³ /s	Überleitung Buchaugraben

aufgestellt:
Dipl.-Ing. A. Binder
Dr.-Ing. N. Winkler

Stuttgart, 24. März 2021

(Dr. N. Winkler)

Verwendete Unterlagen

- [1] Digitale Flurkarte (DFK), erhalten von Markt Peißenberg am 01.07.2015
- [2] Digitales Gelände Modell (DGM, Auflösung 1 m), erhalten von der Bayerischen Vermessungsverwaltung am 11.05.2016
- [3] Digitale Orthofotos (DOP), erhalten von Markt Peißenberg am 10.04.2016
- [4] Geologische Karte (GK 25), Weilheim, LFU Bayern, www.lfu.bayern.de/geologie
- [5] Digitale Topographische Karte (DTK 25), erhalten von Markt Peißenberg am 28.10.2015
- [6] IHW-Softwarepaket für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Version 7.0, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG), Universität Karlsruhe
- [7] Programm ArcGIS, Version 9.2 und 10.5, ESRI Geoinformatik GmbH, Kranzberg
- [8] KOSTRA-DWD 2010R, ITWH
- [9] DWD Minutenwerte der Niederschlagshöhe Station Hohenpeißenberg und DWD RADOLAN 5-minütige Radardaten vom 29.05.2016
- [10] Niederschlagsdaten vom 29.05.2016 der privaten Wetterstation von Herrn Schwarzer
- [11] Hochwasserstudie Peißenberg, Steinbacher-Consult Ingenieurgesellschaft mbH&Co.KG von 2009
- [12] Kanalbestandsplan und Generalentwässerungsplan Markt Peißenberg, Ingenieurbüro Dagmar Hofmann Köpf von 2004 und 2013
- [13] Lagepläne und Fotodokumentation zu Überflutungslinien beim Hochwasser 2016 vom Markt Peißenberg
- [14] Vermessungsdaten zur Hochwasserstudie Peißenberg vom 20.03.2009, Steinbacher-Consult Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG
- [15] Querprofilage des WWA Weilheim, Stand April 2007, Markt Peißenberg
- [16] Ergänzende Vermessungsarbeiten, Stand September 2016, Ingenieurbüro Wolfgang Buchner
- [17] Ergänzende Vermessungsarbeiten, Stand Juni 2018, Ingenieurbüro Helmut Deffner
- [18] Hydrotechnische Berechnung der RÜ02 und RÜ03 der Köpf Ingenieur GmbH von 2009
- [19] Entwurfsplanung Hochwasserschutz Peißenberg Süd, Steinbacher-Consult Ingenieurgesellschaft mbH&Co.KG von 2017

Eingabedaten zur Modellierung der Abflussbildung und -konzentration in den ländlichen Teileinzugsgebieten

Knoten [-]	Fläche [km²]	L [km]	L _c [km]	I _g [-]	U [%]	W [%]	Endabfluss- beiwert [-]	Anfangs- verlust [mm]	c ₂ [-]
2	0,57	1,496	0,585	0,15	1,8	55,7	0,68	2,5	2,1
4	0,09	0,599	0,281	0,13	3,1	87,0	0,66	2,7	2,1
9	0,76	1,686	0,989	0,12	4,9	54,1	0,69	2,5	2,3
11	0,04	0,356	0,138	0,12	1,4	52,7	0,68	2,5	2,1
14	0,98	2,034	1,055	0,11	2,9	20,4	0,74	2,2	3,0
16	0,19	1,155	0,428	0,11	12,7	19,6	0,75	1,9	3,8
18	0,20	1,327	0,327	0,05	5,3	32,2	0,69	2,4	2,1
25	9,65	6,228	2,700	0,02	3,3	35,4	0,70	2,5	2,8
27	0,20	0,937	0,298	0,03	15,3	0,0	0,64	3,1	2,4
28	0,03	0,616	0,200	0,03	2,9	0,9	0,62	3,4	2,1
29	0,10	0,778	0,416	0,01	0,6	0,0	0,66	3,2	3,2
50	1,93	3,302	1,589	0,07	7,2	53,6	0,68	2,5	2,2
60	0,80	2,156	1,037	0,05	13,6	54,3	0,67	2,4	2,4
65	0,11	1,300	0,510	0,05	8,4	37,7	0,69	2,4	2,2
69	0,09	0,748	0,373	0,04	8,5	6,0	0,71	2,2	2,2
79	0,30	1,553	0,838	0,01	16,9	7,0	0,45	5,2	2,5
86	0,56	1,802	1,086	0,01	7,2	0,5	0,41	5,5	2,2

Fläche [km²] Teileinzugsgebietsfläche

L [km] Länge des Hauptgewässers, verlängert bis zur Wasserscheide

L_c [km] Länge des Hauptgewässers bis zum Schwerpunkt des Teileinzugsgebiets

I_g [-] Gewogenes Gefälle entlang des Hauptgewässers

U [%] Bebauungsanteil

W [%] Waldanteil

c₂ [-] Kalibrierungsparameter, abhängig von der Landnutzung

Kalibrierungsparameter

Knoten 2, 4, 9, 11, 14, 16, 18, 50, 60, 65 (Einzugsgebiete mit Wildbachcharakter):

C ₁	C ₃	C ₄	P ₁
[-]	[-]	[-]	[-]
0,03	2,0	0,0	0,22

Alle weiteren Einzugsgebiete:

C ₁	C ₃	C ₄	P ₁
[-]	[-]	[-]	[-]
0,02	2,0	0,0	0,25

c₁ bis c₄ [-] gebietsabhängige Parameter

P₁ [-] Gebietsfaktor

Daten zur Modellierung der städtischen Teileinzugsgebiete

Kn. [-]	Einleitung	A [ha]	mittl. Abfluss- Beiwert [-]	Folge- knoten Drosselab- fluss [-]	V _{RÜB} [m³]	Lineare Speicher- kaskade		max Q _{zu} [l/s]	Q _{Drossel} [l/s]	max Q _{ab} [l/s]
						n [-]	k [h]			
5	RÜ 6	4,52	0,60	67	0	2	0,06	-1	60	-1300*
49	Trenn- system	2,82	0,33	0	0	2	0,03	-1	0	-1
51	Trenn- system	19,04	0,50	0	0	2	0,08	-1	0	-1
67	RÜB 2	47,2	0,38	82	200	2	0,03	-4100	100	-4100
75	RÜ 3	12,9	0,40	82	0	2	0,07	-1	60	-1000
82	RÜB 5	119,4	0,39	0	2135	2	0,28	-1	400	-9500

* bei Überschreitung des angegebenen Abflusswertes wird ein zusätzlich ein zeitverzögerter, oberflächiger Abfluss modelliert

Eingabedaten zur Modellierung der Wellenverformung (Flood Routing) in den Seitengewässern – Ist-Zustand und Plan-Zustand

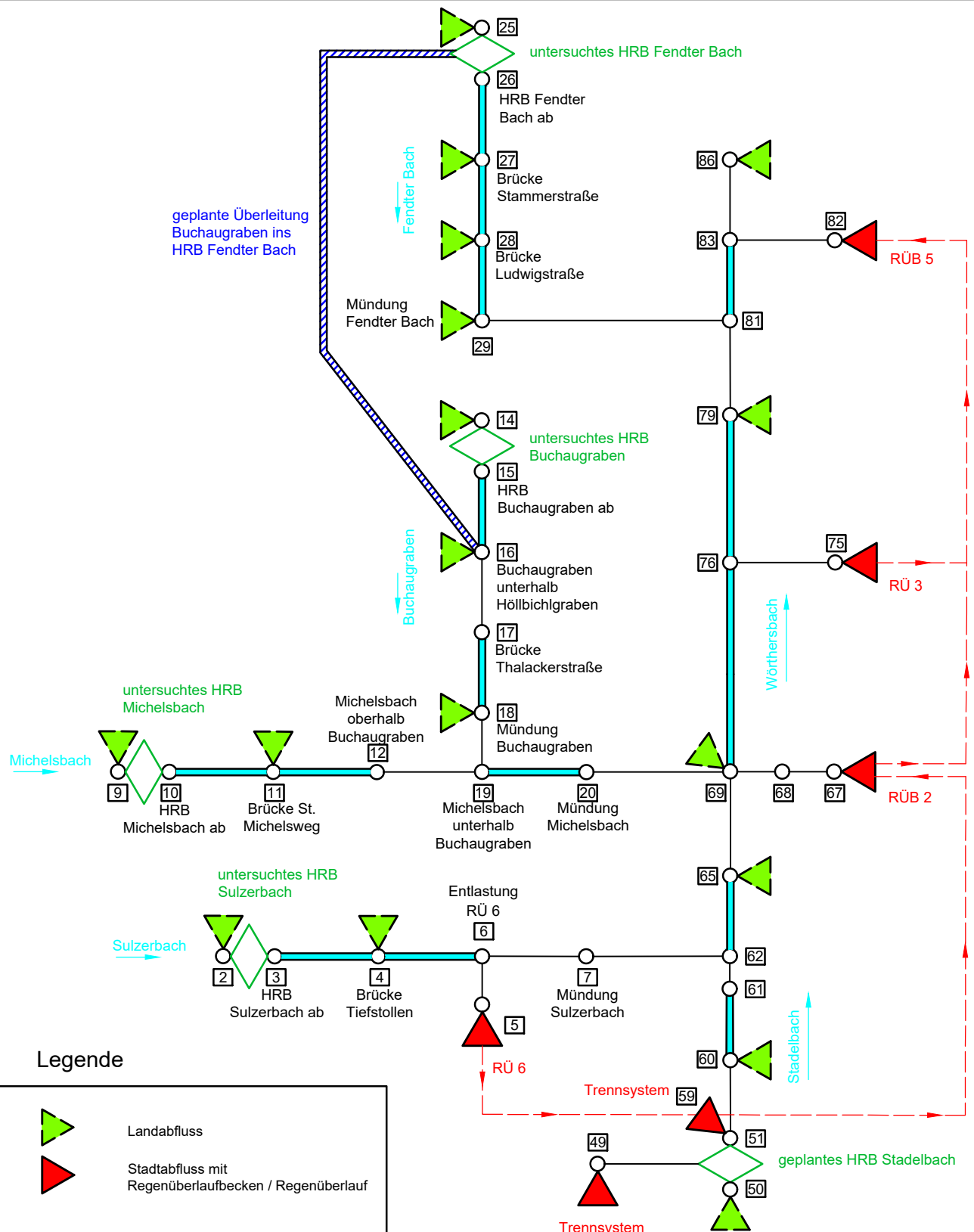
von Knoten	bis Knoten		Kalinin-Miljukov Verfahren	
			Anzahl Linearspeicher [-]	Retentionskonstante [h]
3	4	Sulzerbach	3	0,032
4	6	Sulzerbach	3	0,020
10	11	Michelsbach	3	0,020
11	12	Michelsbach	3	0,030
15	16	Buchaugraben	3	0,020
17	18	Buchaugraben	3	0,050
19	20	Michelsbach	3	0,030
26	27	Fendter Bach	3	0,030
27	28	Fendter Bach	3	0,030
28	29	Fendter Bach	3	0,030

Eingabedaten zur Modellierung der Wellenverformung (Flood Routing) im Wörthersbach/Stadelbach – Ist-Zustand







Von Knoten	Nach Knoten	HQ [m³/s]	V [m³]	Translation [h]
60	61	0,5	540	0,15
		1,0	865	
		1,5	1.154	
		2,0	1.470	
		3,0	4.049	
		5,0	12.506	
		7,0	22.023	
62	65	1,0	777	0,10
		2,0	1.222	
		3,0	1.589	
		4,0	1.926	
		5,0	2.213	
		7,0	2.737	
		10,0	3.529	
		12,0	4.151	
		15,0	5.591	
		20,0	7.717	
69	76	1,0	862	0,11
		2,0	1.427	
		3,0	1.904	
		4,0	2.332	
		5,0	2.733	
		7,0	3.484	
		10,0	4.663	
		12,0	5.605	
		15,0	8.211	
		20,0	12.174	
76	79	1,0	351	0,15
		2,0	570	
		3,0	751	
		4,0	922	
		5,0	1.087	
		7,0	1.411	
		10,0	2.048	
		12,0	2.498	
		15,0	3.254	
		20,0	4.164	
81	83	4,0	1.420	0,07
		6,0	1.910	
		8,0	2.301	
		10,0	5.297	
		15,0	11.542	
		20,0	17.442	
		30,0	25.822	
		50,0	36.903	

Eingabedaten zur Modellierung der Wellenverformung (Flood Routing) im Bereich der örtlichen Hochwasserschutzmaßnahmen am Wörthersbach– Plan-Zustand

Von Knoten	Nach Knoten	HQ [m³/s]	V [m³]	Translation
62	65	1,7	1570	0,04
		3,4	3140	
		5,1	4710	
		6,8	6280	
		8,5	7850	
69	76	3,3	1110	0,06
		6,7	2220	
		10,0	3340	
		13,5	4450	
		16,7	5560	



Legende

-  Landabfluss
-  Stadtabfluss mit Regenüberlaufbecken / Regenüberlauf
-  Geplante HRB Standorte
-  Gewässer mit Fließrichtung
-  Fließstrecke
-  Knotenverbindung
-  RÜ Regenüberlauf
-  RÜB Regenüberlaufbecken

Markt Peißenberg
Hydrologie Wörthersbach
Systematischer Knotenplan

Plotdatum: 25.01.2021

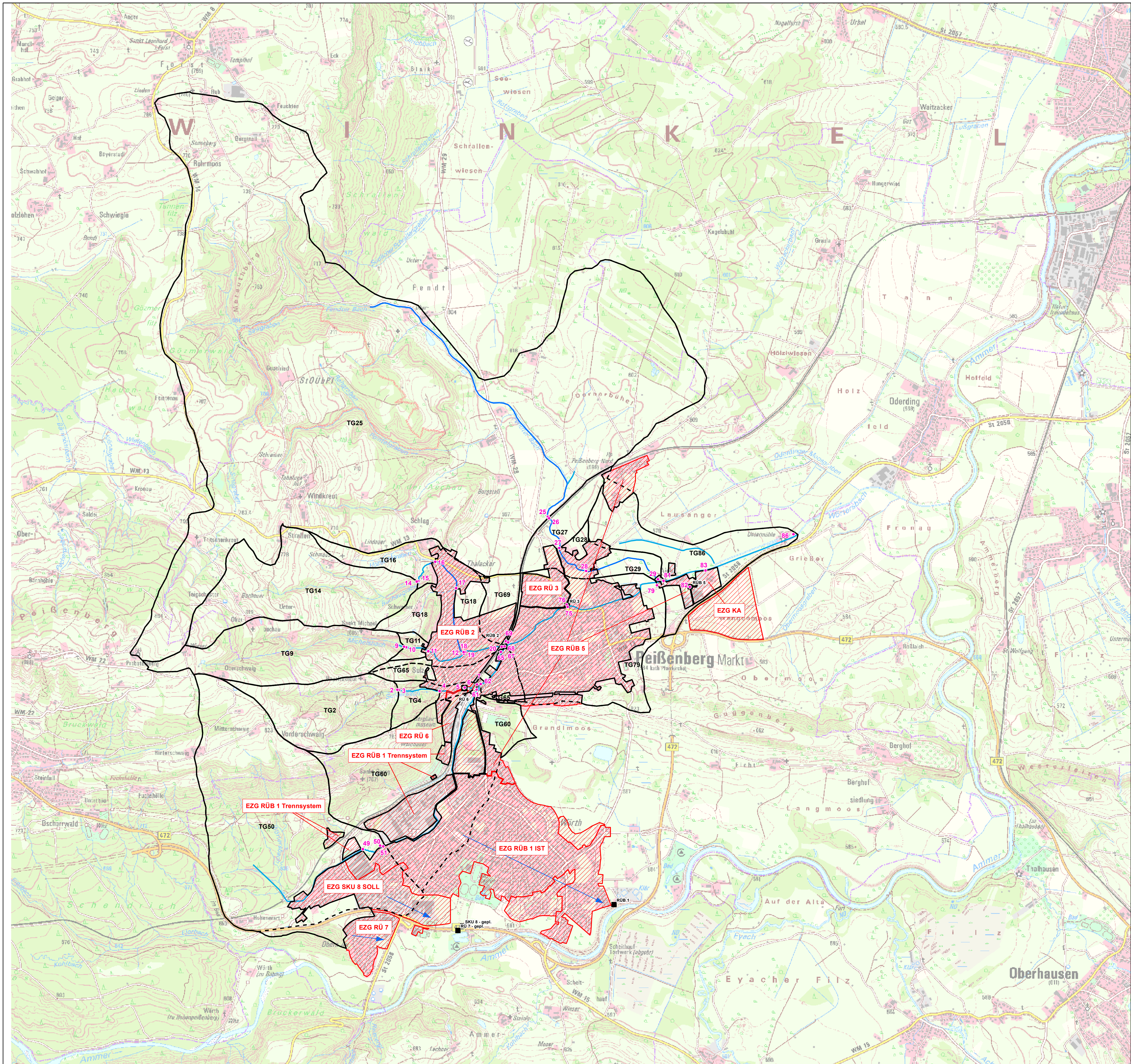
Berechnete Scheitelabflüsse an ausgewählten Knoten Stand 24.03.21

Kn.	Bezeichnung	A _{EZG} [km²]	HQ ₅ [m³/s]	HQ ₁₀₀ [m³/s]	HQ ₂₀₁₆ [m³/s]	HQ _{100, Klima} [m³/s]	HQ _{100a Klima} , [m³/s] HWS Entwurfsplg. BA I***	HQ ₁₀₀ [m³/s] Vereinfachtes Vergleichsmodell ohne Berücksichtigung Kanalisation	Bemerkung Einfluss Kanalisation
Sulzerbach									
2	Untersuchtes HRB Sulzerbach	0,57	1,1	3,4	1,8	3,9	3,9	-	
4	Brücke Tiefstollen	0,66	1,2	3,9	2,1	4,5	4,5	-	
6	Uh. RÜ6	0,71	1,5	4,1	2,2	4,7	4,7	-	
7	Mündung Sulzerbach	0,71	1,5	4,1	2,2	4,7	4,7	3,9	Ca. 5 % höhere Werte bei Berücksichtigung Kanalisation, plausibel wegen RÜ 6
Michelsbach									
9	Untersuchtes HRB Michelsbach	0,76	1,4	4,0	2,2	4,6	4,6	-	
11	Brücke St. Michelsweg oh. Buchaugraben	0,80	1,4	4,2	2,3	4,8	4,8	-	
19	Uh. Buchaugraben Mündung Michelsbach	2,2	3,6	11,2	6,6	12,8	6,6	12,0	Ca. 7 % niedrigere Werte bei Berücksichtigung Kanalisation, plausibel wegen EZG RÜ 2, beide Scheitelwerte sind sehr hoch, jedoch ist eine Überlagerung der Abflüsse aus dem Oberlauf des Michelsbach und dem Buchaugraben aufgrund der ähnlichen Gebietscharakteristika plausibel
Buchaugraben									
14	Untersuchtes HRB Buchaugraben	1,0	1,7	5,2	3,1	6,0	6,0	-	
16	Uh. Höll-Bichlgraben	1,2	2,1	6,3	3,7	7,3	7,3	-	
18	Mündung Buchaugraben	1,4	2,3	7,1	4,3	8,1	1,8	-	
Fendter Bach									
25	HRB Fendter Bach	9,7	4,8	15,8	8,4	18,5	19,4	-	
26	Uh. HRB Fendter Bach	9,7	4,8	15,8	8,4	18,5	8,9	-	
27	Brücke Stammerstraße	9,8	4,8	15,8	8,5	18,5	8,9	-	
29	Mündung Fendter Bach	10,0	4,8	15,9	8,5	18,6	8,9	15,3	Ca. 7% höhere Werte bei Berücksichtigung Kanalisation, im Unsicherheitsbereich hydrologischer Modelle
Wörthersbach									
50	HRB Stadelbach Zufluss	2,0/2,2*	2,6	7,5	3,9	8,6	8,6	9,5	Ca. 21 % niedrigere Werte bei Berücksichtigung der Kanalisation. Plausibel wegen SKU 8 und RÜB 1 (Vorfluter Ammer). Maßgeblich für die Abflussscheitelwerte ist das 2-stündige Ereignis. Beim für das Volumen maßgeblichen Ereignis von 12 h ergäbe sich aus der Berechnung ohne Kanalisation ein erforderlicher gewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum vom 47.000 m³. Die Niederschlagsspende bei diesem Ereignis liegt bei einer zeitlich konstanten Verteilung bei rund 24 bis 29 l/(s*ha). Bei dieser Intensität kann u.E. von einer Funktionsfähigkeit der Kanalisation ausgegangen werden. Die dazwischen liegenden Dauerstufen wurden ergänzend betrachtet. Insgesamt wird empfohlen, für das Hochwasserschutzkonzept das detaillierte Modell mit Ansatz der Kanalisation zu verwenden.
50 ab	Uh. HRB Stadelbach	2,0/2,2*	2,6	7,5	3,9	8,6	1,4/2,6**	-	
61	Oh. Sulzerbach	3,0/3,8*	3,2	7,6	4,9	8,8	4,6	-	
62	Uh. Sulzerbach	3,7/4,5*	3,7	8,7	6,3	10,0	8,0	10,4	Ca. 16 % niedrigere Werte bei Berücksichtigung der Kanalisation. Plausibel wegen EZG RÜ 2 und höheren Zuflusswerten aus EZG HRB Stadelbach
65	Oh. Michelsbach	3,8/4,6*	3,8	9,0	6,5	10,3	7,9	-	Aufgrund verbleibender Unsicherheiten bei der Modellierung der Renaturierung beträgt der Bemessungsabfluss für den Hochwasserschutz ab der ehemaligen Gärtnerei 8,5 m³/s
69	Uh. Michelsb. u. RÜB2	6,5/7,3*	8,0	19,6	12,7	22,3	15,9	21,2	Aufgrund verbleibender Unsicherheiten im unmittelbaren Mündungsbereich des Michelsbach und der Entlastung des RÜB 2 beträgt der Bemessungsabfluss 16,7 m³/s.
76	Uh. RÜ3	6,6/7,4*	7,5	18,6	12,4	22,2	15,0	-	Die nur kurzzeitig auftretenden Zuflussscheitelwerte nach der Einmündung des Michelsbach und des RÜB 2 werden im Bereich der Fließstrecke von rund 640 m gedämpft (siehe Abbildung Bericht)
79	Oh. Fendter Bach	6,9/7,7*	7,6	19,1	12,7	22,9	15,6	-	
81	Uh. Fendter Bach	16,9/17,7*	4,8	33,0	20,8	37,9	23,7	-	
83	Uh. RÜB 5	18,1/18,9*	11,2	32,8	20,2	37,9	25,0	-	
86	Modellende	18,6/19,4*	11,3	33,3	20,4	38,6	25,8	36,0	Ca. 7,5 % niedrigerer Wert bei Berücksichtigung Kanalisation, Überlagerung detailliertes Modell erscheint plausibler, im Unsicherheitsbereich hydrologischer Modelle

* ohne / mit Flächen EZG SKU 8 / RÜB 1 (Vorfluter Ammer). Im für die Untersuchung verwendeten Modell wird die erstgenannte Fläche angesetzt. Die an zweiter Stelle genannte Fläche wurde im Vergleichsmodell verwendet. Die Abgrenzung erfolgte auf Basis der Laser-Scanning Daten

** Regelabgabe HRB 1,4 m³/s, bei Dauerstufen 12 h kurzzeitiges Anspringen der Hochwasserentlastung (max. 1,2 m³/s, für Unterlauf nicht maßgeblich)

*** die angegebenen Werte beziehen sich auf das durch IWP 2019 vorgestellte Hochwasserschutzkonzept für Peißenberg. Dieses umfasst neben dem geplanten HRB Stadelbach eine Überleitung des Buchaugrabens in den Fendterbach, ein Hochwasserrückhaltebecken am Fendterbach und örtliche Hochwasserschutzmaßnahmen am Wörthersbach, am Sulzerbach und am Michelsbach.



Legende

- Modellknoten mit Knotennummer
- RÜ/RÜB
- Gewässerstrecke hydraulisches Modell
- Sonstige Gewässer
- Einzugsgebietsgrenzen hydrologisches Modell
- Topographische Einzugsgebietsgrenzen
- ▨ Einzugsgebiete Stadtflächen

Grundlagen:

- Digitale Topographische Karte (DTK25), Landesamt f. Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Stand: 16.10.2014

Markt Peißenberg



Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH
Dipl.-Ing. Erhard Winkler - Dr.-Ing. Nina Winkler - Dipl.-Ing. Rüdiger Koch - Dr.-Ing. Wolfgang Rauscher
Schloßstr. 59 A - 70176 Stuttgart - Tel. 0711/66987-0 - Fax - /66987-20

Name	Datum	Hydrologische Untersuchungen zum Hochwasserschutz in Peißenberg
Bearbeitet	Liedl	
Gezeichnet	Horoba	
Geprüft	N. Winkler	
Gesehen	N. Winkler	
Ersatz für Plan Nr.		
Maßstab	Übersichtslageplan mit Einzugsgebieten und Modellknoten	
1 : 15 000		
Projektnummer	Plannummer	Anlage
1951	001	

I:\Projekte\akt1527\ArcView\Arbeitsprojekte\hydrologie\Übersichtslageplan.mxd