



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department Bautechnik und Naturgefahren  
Institut für Alpine Naturgefahren (IAN)

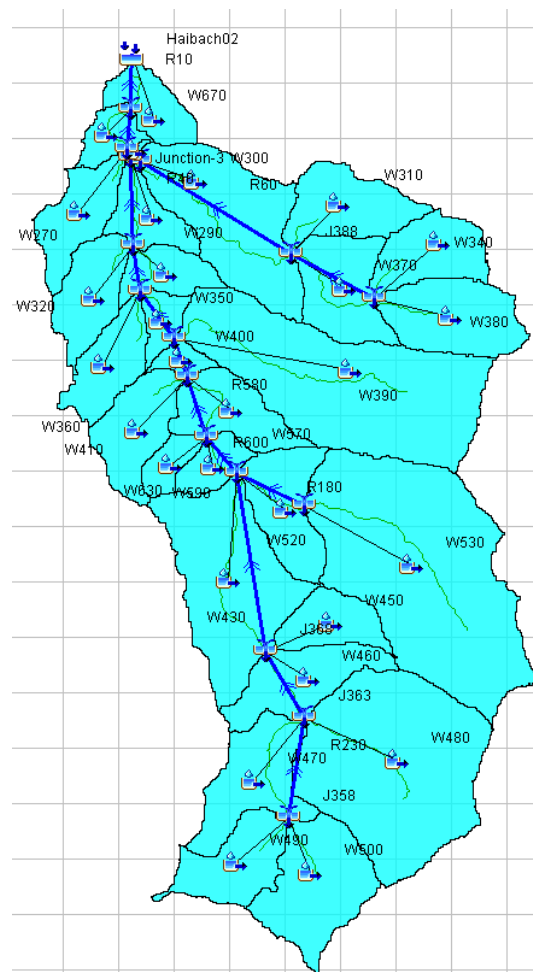
Peter Jordan Str. 82  
A-1190 WIEN

Tel.: +43-1-47654-4350  
Fax: +43-1-47654-4390



## Optimierte Retentionsuntersuchung Haibach

Aufbauend auf die hydrologische Untersuchung im Bereich Passau



Im Auftrag:

 **Bundesministerium**  
Nachhaltigkeit und  
Tourismus

**Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung**  
**Sektion Oberösterreich**  
**Gebietsbauleitung OÖ – Nord**

Wien, Oktober 2021



## Retentionsuntersuchung Haibach

Aufbauend auf die hydrologische Untersuchung im Bereich  
Passau

Dimensionierung von Retentionsmaßnahmen für das Einzugsgebiet  
Haibach, zum Schutz der L515 Eisenbirner Straße und der Gemeinde  
Passau.

Im Auftrag von:

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus  
Abteilung III/5

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Oberösterreich  
Gebietsbauleitung OÖ Nord

Verfasser: Georgios Kyriazis, Dipl.-Ing.  
wissenschaftlicher Projektmitarbeiter

Universität für Bodenkultur  
Department Bautechnik und Naturgefahren  
Institut für Alpine Naturgefahren

Peter Jordan Str. 82  
A – 1190 Wien

Tel.: +43-1-47654-4350  
Fax: +43-1-47654-4390

Wien, im Oktober 2021



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>BEGRIFFE UND DEFINITIONEN</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>ZIELSETZUNG, DATEN UND VORGABEN DER RETENTIONSUNTERSUCHUNG</b> ....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>MODELLIERUNG</b> .....	<b>13</b>
6.1	Grundgedanke der Retentionsberechnung .....	13
6.2	Hydrologische Bemessung.....	14
6.2.1	Bemessungsszenarien .....	14
6.2.2	Schutzgrad.....	15
6.3	Hydraulische Bemessung .....	15
6.3.1	Bemessung der Grundablassöffnung .....	15
6.3.2	Bemessung der Hochwasserentlastung .....	16
6.3.3	Bemessung des Freibords .....	16
6.3.4	Bemessung des Tosbeckens .....	17
6.3.5	Ermittlung des Retentionsgrades .....	17
6.4	Topographische Kennzahlen und Höhen – Volumen Beziehungen .....	18
6.5	Getroffenen Annahmen .....	18
6.6	Hydrologisches Modell im HEC-HMS .....	18
6.7	Methodische Vorgehensweise .....	20
<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>21</b>
7.1	Dimensionierung der Retentionsmaßnahmen – Variante 1 .....	21
7.2	Ergebnisse des gesamten Einzugsgebietes – Variante 1 .....	22
7.3	Dimensionierung der Retentionsmaßnahmen – Variante 2 .....	23
7.4	Ergebnisse des gesamten Einzugsgebietes – Variante 2 .....	23



<b>8</b>	<b>INTERPRETATION DER ERGEBNISSE DER RETENTIONSUNTERSUCHUNG .....</b>	<b>25</b>
8.1	Hydrologische Situation in Passau .....	25
<b>9</b>	<b>LITERATUR: .....</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG:.....</b>	<b>27</b>
10.1	Seecharakteristik der Hochwasserrückhaltebecken Var.1 .....	27
10.2	Seecharakteristik des Hochwasserrückhaltebeckens Var.2 .....	29



# 1 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: GESAMTBETRACHTUNG DER EINZUGSGEBIETE BIS ZUR MÜNDUNG AN DER DONAU .....	8
ABBILDUNG 2: GESAMTBETRACHTUNG DER POTENTIELLEN STANDORTE (SCHWARZ-WEIß MARKIERT) UND DER TEILEINZUGSGEBIETE BIS ZUR DONAU. ....	10
ABBILDUNG 3: HAIBACH: GANGLINIEN FÜR $I_A=0,05S$ & PRF VARIABLE .....	11
ABBILDUNG 4: EMPFOHLENE FREIBORDANTEILE LAUT LEITFADEN HOCHWASSERRÜCKHALTEBECKEN WL V .....	17
ABBILDUNG 5: HYDROLOGISCHES MODELL MIT ALLEN RHB, TEZG, GERINNE UND KNOTEN .....	19
ABBILDUNG 6: WIRKUNG DER MAßNAHMEN AN DER MÜNDUNG .....	22
ABBILDUNG 7: FÜLL- UND ENTLERDAUER, SOWIE MAXIMALE FÜLLUNG BEIM GEWÖHNLICHEN STAUZIEL BEIM HOCHWASSERRÜCKHALTEBECKEN DES ZUBRINGERS .....	27
ABBILDUNG 8: FÜLL- UND ENTLERDAUER, SOWIE MAXIMALE FÜLLUNG BEIM GEWÖHNLICHEN STAUZIEL BEIM WILDHOLZRECHEN MIT RETENDIERENDEN WIRKUNG OBERHALB VOM GEBÄUDE AN DER ADRESSE HAIBACH 31 .....	28
ABBILDUNG 9: FÜLL- UND ENTLERDAUER, SOWIE MAXIMALE FÜLLUNG BEIM GEWÖHNLICHEN STAUZIEL BEIM HOCHWASSERRÜCKHALTEBECKEN DES ZUBRINGERS .....	29



## 2 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: VERWENDETE ABKÜRZUNGEN.....	3
TABELLE 2: ERMITTLUNG MIT EHYD BEMESSUNGSNIEDERSCHLÄGE, MIT $CN_{II(0,05)}$ UND PRF VARIABEL	11
TABELLE 3: KENNDATEN DES RÜCKHALTEBECKENS UND DES WILDHOLZRECHENS MIT RETENDIERENDEN WIRKUNG .....	21
TABELLE 4: KENNDATEN DES RÜCKHALTEBECKENS AM ZUBRINGER –STANDORT. ....	23



### 3 Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Abkürzungen

ASCE	American Society of Civil Engineers
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
eBOD	digitale Bodenkarte
eHYD	Hydrographische Daten zum Download
EZG	Einzugsgebiet
FTD f. WLW	Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
GBL	Gebietsbauleitung
GeoHMS	Geospatial Hydrologic Modeling Extension
GIS	Geographisches Informationssystem
HD	Hydrographischer Dienst
HEC	Hydrologic Engineering Center
HMS	Hydrologic Modeling System
HSG	Hydrologic Soil Groups
HWSD	Harmonized World Soil Database
HZB	Hydrographisches Zentralbüro
IAN	Institut für alpine Naturgefahren
KHR	Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes
MESZ	Mitteuropäische Sommerzeit
M.ü.A	Meter über Adria
N-A	Niederschlag – Abfluss
NEH	National Engineering Handbook
NRCS	Natural Resources Conservation Service
OÖ	Oberösterreich
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
PRF	Peak Rate Factor
SCS	Soil Conservation Service



SMU	Soil Mapping Unit
SPIDER	Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response
TEZG	Teileinzugsgebiet
UN	United Nations
USACE	United States Army Corps of Engineers
USDA	United States Department of Agriculture
WLV	Wildbach- und Lawinenverbauung
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik





## 4 Begriffe und Definitionen

Vorerst werden einige wichtige Begriffe und Definitionen aus dem WLIV - Leitfadens Hochwasserrückhaltebecken zusammengefasst. Aus der geltenden Fassung des Leitfadens Hochwasserrückhaltebecken wird zitiert:

### **Beckenstauraum [Einheit: m<sup>3</sup>]:**

*Gesamter Rauminhalt (m<sup>3</sup>) hinter dem Absperrbauwerk, der sich aus dem Stauraum (Totraum, Dauerstauraum sowie gewöhnlichem Rückhalteraum) und dem außergewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum sowie dem Freibord zusammensetzt.*

### **Bemessungshochwasser (BHQ) [Einheit: m<sup>3</sup>/s]:**

*Hochwasserspitzenabfluss, der bei einer bestimmten Überschreitungswahrscheinlichkeit über die Hochwasserentlastung abgeführt werden kann, ohne das Absperrbauwerk zu gefährden. Durch den Bemessungsabfluss ergibt sich das Bemessungsstauziel.*

### **Bemessungshochwasserereignis (BHE):**

*Hochwasserereignis, das als Grundlage für die Dimensionierung des Rückhaltevolumens und des Grundablasses dient. Das Bemessungsereignis ist das maßgebliche Hochwasserereignis, das aus dem Spektrum aller möglichen Ganglinien der Bemessungsjährlichkeit zu bestimmen ist. Die Maßgeblichkeit ergibt sich entweder durch den maximalen Beckenausfluss oder durch die maximale Beckeneinstauhöhe. Zur Ermittlung dieses BHE ist eine Vielzahl an Bemessungsszenarien zu untersuchen und die „ungünstigste“ Variante (Hüllkurve) daraus auszuwählen.*

### **Freibord:**

*Lotrechter Abstand zwischen dem außergewöhnlichen Stauziel und dem tiefsten Punkt der Krone des Absperrbauwerkes. Der Freibord stellt eine Sicherheitshöhe hinsichtlich der hydraulischen „Überlastbarkeit“ der Hochwasserentlastung dar. Er ist bei großen Becken bedingt durch die Wasserspiegelerhöhung infolge des Windeinflusses (Wellenauflauf und Windstau). Darüber hinaus ist er aus konstruktiven Gründen (Überdeckung der Dammdichtung) oder betrieblichen Gründen (Befahrbarkeit im Hochwasserfall) vorzusehen. Je nach*



*Gefährdungspotenzial im Unterliegerbereich, je nach Beckengröße und je nach Art des Absperrbauwerkes ist ein Freibord von 0,5 bis 1,5 m zu berücksichtigen.*

**Dammkrone, Maueroberkante:**

*Oberkante des Absperrbauwerkes. Die Kronenhöhe (müA) ergibt sich aus dem außergewöhnlichen Stauziel und dem ausgewählten Freibord.*

**Grundablass:**

*Der Grundablass besteht aus dem Einlaufbauwerk mit einem Wildholzrechen (meist hochgezogen bis zur Höhe der Hochwasserentlastung), der Abflussleitung (Rohr, Kastenprofil, ...), dem Verschlussbereich (fixe Drosselblende, stellbarer Drosselschieber im Schieberhaus, Steuerung) und dem Auslaufbauwerk mit Energieumwandlung (Tosbecken). Das Einlaufbauwerk mit dem Rechen hat im Wesentlichen die Funktion der Abflusskonzentration und der Ableitung über die Abflussleitung in den Unterwasserbereich des Absperrbauwerkes.*

**Gewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum:**

*Das bei Erreichung des gewöhnlichen Stauziels vorhandene Rückhaltevolumen. Ein eventueller Dauerstauraum ist darin nicht enthalten.*

**Außergewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum:**

*Rückhaltevolumen zwischen gewöhnlichem und außergewöhnlichem Stauziel. Dieses Volumen kann insbesondere bei flacher Inhaltlinie des Beckens im Verhältnis zum gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum relativ groß sein.*

**Hochwasserentlastung:**

*Die Hochwasserentlastung dient der Standsicherheit im Überlast- bzw. Katastrophenfall. Dies tritt bei einem Ereignis größer als das Bemessungsereignis für den gewöhnlichen Rückhalteraum ein. In diesem Fall wird das Hochwasser geregelt und konzentriert über das Bauwerk (Dammscharte, Mauer mit Überfallskrone bzw. -sektion) abgeleitet und gefährdet nicht die Standsicherheit des Bauwerkes. Bei diesem Bemessungsfall ist jedenfalls eine Totalverklausung des Grundablasses anzunehmen. Die Jährlichkeit für das Bemessungsereignis der Hochwasserentlastung wird in der Regel mit 1000 bis 5000 Jahren angenommen.*



**Außergewöhnliches Stauziel:**

Wasserspiegelhöhe (müA) im Becken, die dann erreicht wird, wenn ein selteneres Ereignis als das Bemessungsereignis auftritt und der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum überstaut wird. Das Hochwasser wird schadlos über die Hochwasserentlastung abgeführt. Die Kronenhöhe (Damm- oder Maueroberkante) muss mindestens um den festgelegten Freibord höher sein als das außergewöhnliche Stauziel (= höchstes Stauziel). Der außergewöhnliche Hochwasserrückhalteraum [m<sup>3</sup>] entspricht dem Rückhaltevolumen zwischen gewöhnlichem und außergewöhnlichem Stauziel. Aufgrund der größeren eingestauten Fläche kann die Wasserlamelle des außergewöhnlichen Hochwasserrückhalteraaumes ergiebig sein.

**Gewöhnliches Stauziel:**

Wasserspiegelhöhe (müA) im Becken, die beim Bemessungshochwasserereignis BHE erreicht wird. Dieses Stauziel liegt im Allgemeinen auf Höhe der Überlaufkote der Hochwasserentlastung (= Vollstau) und wird absolut (müA) angegeben. Der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum [m<sup>3</sup>] ist jenes Rückhaltevolumen, das bei Erreichen des gewöhnlichen Stauziels vorhanden ist. Ein eventueller Dauerstauraum ist darin nicht enthalten. Zielsetzung, Daten, Ausgangssituation und Vorgaben der Retentionsuntersuchung





Zur Erstellung der Retentionsuntersuchung wurden folgende Vorgaben, Unterlagen und Daten verwendet:

- Hübl, J; Kyriazis, G; (2019): Projekt Hillslope AB162, Gefährdungsanalyse - Hydrologische Untersuchung im Bereich Passau
- Hübl, J; Beck, M; Kyriazis, G; Sauermoser, C; Frankl, D (2017): Ereignisdokumentation 2016. IAN Report 185.
- GRUBER, H; KYRIAZIS, G (2016): Ereignisdokumentation Haibach. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Oberösterreich Gebietsbauleitung Nord, S. 44
- BMLFUW, (2014): Leitfaden Hochwasserrückhaltebecken. Grundsätze für Planung, Bau und Betrieb bei der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs, Wien: BMLFUW, Abteilung III/5 - Wildbach- und Lawinenverbauung.
- Digitales Geländemodell (DGM) des Landes OÖ mit Auflösung 0,5 x 0,5 m für die Ermittlung der Höhen – Volumen – Beziehung für die potentiellen Beckenstandorte.
- Digitale Katastralmappe (DKM), Stand April 2016.
- Die Retentionsuntersuchung wird - mit der Simulationsoftware Hydrologic Modeling System des US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center (HEC-HMS 4.2.1) durchgeführt.
- Gesucht wird die jeweils benötigte Retentionskubatur bei den ausgesuchten Standorten der Teileinzugsgebiete W680 und W580 (in nächster Abbildung schwarz-weiß markiert).

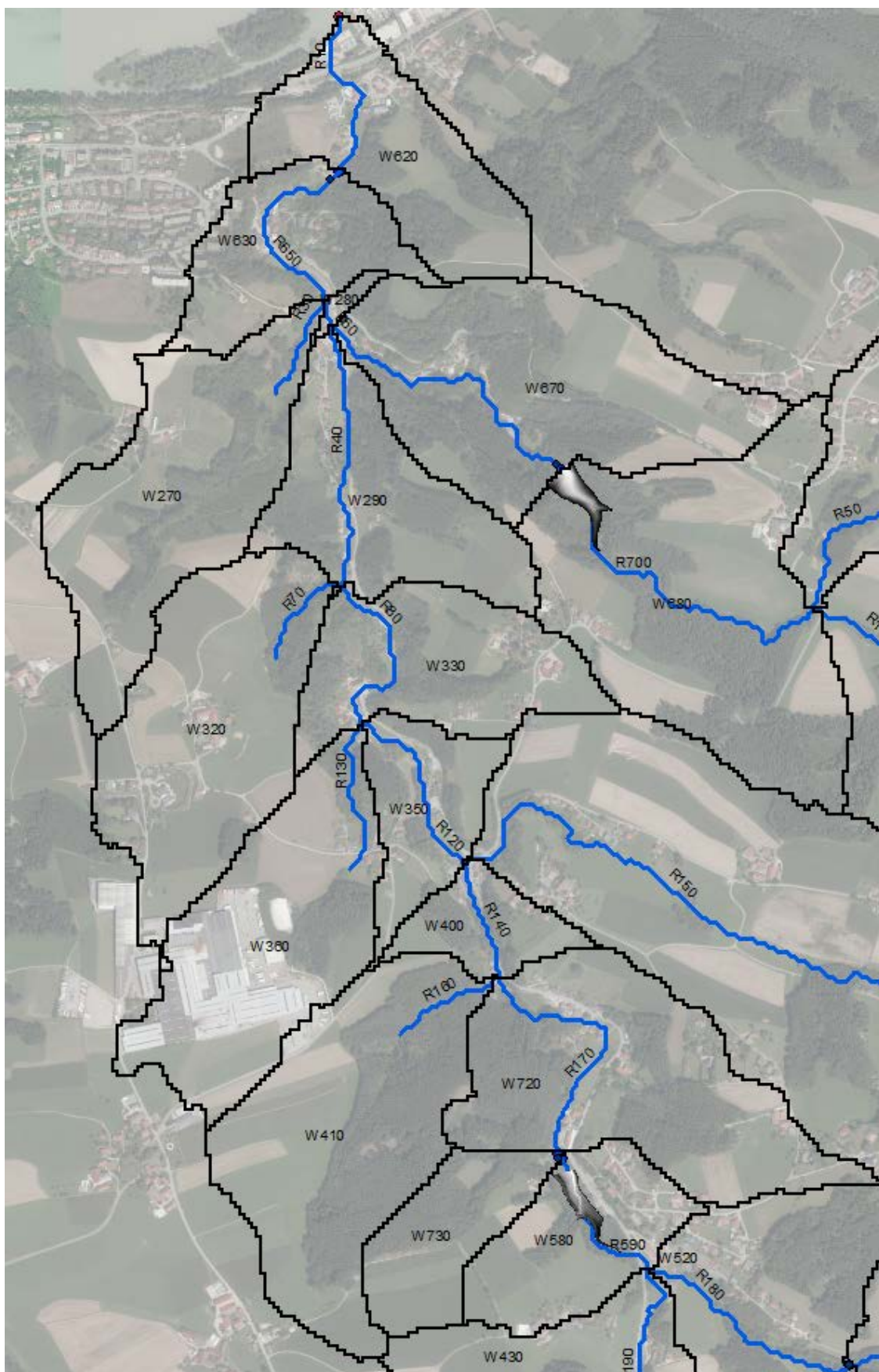


Abbildung 2: Gesamtbetrachtung der potentiellen Standorte (schwarz-weiß markiert) und der Teileinzugsgebiete bis zur Donau.



Als nächstes werden die Ergebnisse der Hydrologischen Untersuchung zusammengefasst. Das maßgebliche Ereignis ist das 3 Stunden – anfangsbetonte Ereignis (s. nächste Tabelle) und stellt die Ausgangssituation dar.

Tabelle 2: Ermittlung mit eHYD Bemessungsniederschläge, mit  $CN_{ii(0,05)}$  und PRF variabel

N-Verteilung	PRF	Anfangs- verluste	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> /s]	Time to Peak (HH:MM)	Fracht [1000 m <sup>3</sup> ]	N-Dauer [Min]	Gesamt- Abfluss- beiwert
block	var	$I_a=0,05$ S	37,5	02:16	244,6	120	0,29
<b>anfangsbetont</b>	<b>var</b>	<b><math>I_a=0,05</math> S</b>	<b>41,4</b>	<b>01:35</b>	<b>296,5</b>	<b>180</b>	<b>0,32</b>
mittenbetont	var	$I_a=0,05$ S	43,8	02:32	296,5	180	0,32
endbetont	var	$I_a=0,05$ S	50,8	03:06	296,4	180	0,32

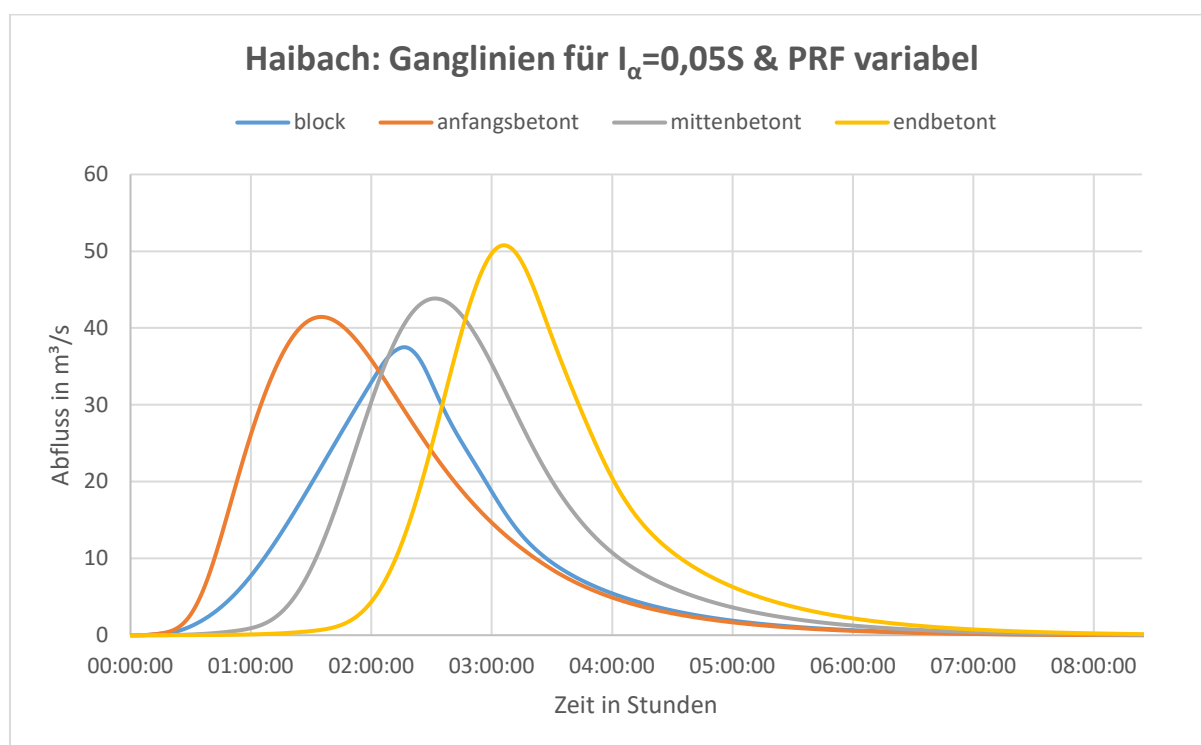


Abbildung 3: Haibach: Ganglinien für  $I_\alpha=0,05S$  & PRF variabel

### Vorgaben und Minimumprofile:

Aus dem Detailprojekt 1990 der OÖ Landesregierung „Eisenbirner Landesstraße L515 – Baulos Haibach“ ist bekannt, dass die Bachüberdeckung des Haibaches an der Staatsgrenze ca.- 35m<sup>3</sup>/s schadlos ableiten kann. Zusätzlich konnte erhoben werden, dass der Ausbau der



neuen Brücke in Bayrisch Haibach auf ca.  $35\text{m}^3/\text{s}$  ausgelegt wurde. Daher entsteht folgende Zielsetzung:

- Das  $Q_{\text{max}}$  an der Mündung von ca.  $41,4\text{ m}^3/\text{s}$  auf ca.  $35\text{m}^3/\text{s}$  zu reduzieren. (primäre Zielsetzung). Wenn ein prozessbezogener Intensitätsfaktor  $IF=1,05$  mitberücksichtigt wird, dann entsteht eine primäre Zielsetzung von

$$35 / 1,05 = 33,3\text{ m}^3/\text{s}$$

- Sollte das erste Ziel nicht erreichbar sein, dann entsteht das zweite Ziel den Spitzenabfluss an der Bachüberdeckung auf ca.  $35\text{ m}^3/\text{s}$  zu reduzieren (sekundäre Zielsetzung).





## 6 Modellierung

### 6.1 Grundgedanke der Retentionsberechnung

Zur Berechnung der Reduktion der Abflussspitzen durch Seen oder Speicher wird bei der Bemessung das Konzept der stehenden Retention (Seeretention) angewandt. Die stehende Retention beschreibt die dämpfende Wirkung der Abflussspitze einer Hochwasserganglinie durch einen Speicher oder See. Zur Bemessung eines Rückhaltebeckens müssen die maßgeblichen Zuflussganglinien bekannt sein, sowie die Höhen (m.ü.A.) - Volumen (m<sup>3</sup>) – Beziehung und der Beckenabfluss  $Q_{ab}$ .

Die Retentionsberechnung für das Rückhaltebecken erfolgt iterativ, auf Grundlage der Retentionsgleichung für den stehenden Seerückhalt:

$$I - O = \Delta S / \Delta T$$

Es wird ein annähernd waagrechter Wasserspiegel angenommen, sowie eine vernachlässigbare Fließgeschwindigkeit im Rückhalteraum im Falle eines Einstaus ( $v \sim 0$  m/s).

Aus der geltenden Fassung des Leitfadens Hochwasserrückhaltebecken wird zitiert: *„Die Retentionsrechnung erfolgt für mehrere Niederschlagsereignisse, z. B. für 10-, 30-, 100- und 150-jährliche Regen verschiedener Regendauern. Für jedes Szenario muss eine eigene Zuflussganglinie im Niederschlags-Abfluss-Modell ermittelt werden und für die Dimensionierung des Rückhaltebeckens herangezogen werden. Durch die Speicherwirkung wird nicht nur die HW-Spitze gedämpft (Formänderung), sondern es erfolgt eine zeitliche Verschiebung der auslaufenden Welle aus dem Becken. Da sich diese zeitliche Verschiebung durch verstärkte oder geringere Überlagerung mit Hochwasserwellen aus anderen Teileinzugsgebieten negativ oder positiv auswirken kann, ist ein entsprechender Nachweis bei der Planung von Hochwasserrückhaltebecken zu führen. Durch eine N-A-Simulation kann die Überlagerung von Wellen aus Teileinzugsgebieten zueinander bzw. die Wirkung auf den Vorfluter modellhaft abgeschätzt werden. Mit der Retentionsrechnung werden auch die maßgeblichen Einstaudauern (Fülldauer, Entleerdauer) der Rückhaltebecken ermittelt. Entsprechend der Einstaudauern ist das Dichtungskonzept der Rückhalteinlage auszulegen. Ebenso wichtig ist eine detaillierte Beurteilung der Einstaudauer und -höhe in Bezug auf die Standsicherheit des Absperrbauwerkes.*



Bei der Modellrechnung mittels eines N-A-Flussgebietsmodells werden zuerst die derzeitigen Verhältnisse – also ohne Rückhaltemaßnahmen – im Einzugsgebiet dargestellt. Als zweiter Schritt werden dann ein oder mehrere Rückhalteanlagen ins Modell „eingebaut“. Es ist somit ein Vergleich der maßgeblichen Parameter in jedem Berechnungsknoten des Modells im Abflusszustand „Bestand“ und „mit Rückhalt“ möglich. Mit verschiedenen Szenarien (Anzahl der Becken, verschiedene Beckenstandorte und -größen) kann man die Rückhaltemaßnahme für das jeweilige Einzugsgebiet optimieren.“

## 6.2 Hydrologische Bemessung

### 6.2.1 Bemessungsszenarien

Aus der geltenden Fassung des Leitfadens Hochwasserrückhaltebecken wird zitiert: „Die Berechnung ist für verschiedene Niederschlagsszenarien (Bemessungsniederschlag) durchzurechnen, wodurch die Wirkung des Beckens unmittelbar unterhalb des Beckenstandortes und im Unterlauf bzw. im Vorfluter abgeschätzt werden kann. Für jedes Szenario ist ein geeigneter Niederschlagsansatz (Niederschlagsdauer, Niederschlagshöhe, Niederschlagsverteilung) zu treffen. **Aus den betrachteten Szenarien ist das Ungünstigste zu wählen („Hüllkurve“).** Das ist jenes Ereignis mit dem höchsten Wasserstand und somit **größtem Nutzvolumen und Beckenausfluss.** Dieses Ereignis muss aber nicht jene HW-Welle sein, die die größte Spitze aufweist. Auf die Dimensionierung von RHB hat auch die Abflussfracht einen hohen Einfluss. Die maßgeblichen Regendauern sind je nach Beckengröße und Anlaufzeit des Einzugsgebietes anzusetzen (z. B. 0,5 h, 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, 48 h). Aus der Summe aller Bemessungsszenarien ist der ungünstigste Bemessungsfall herauszufiltern und dem weiteren Bemessungsvorgang zugrunde zu legen. Das Becken wird somit nicht nur für kurze Intensivniederschläge, sondern auch für längere Regenereignisse dimensioniert. Dies ist vor allem bei kleinen Becken mit einem hohen Retentionsgrad von Bedeutung.“

„Aus den verschiedenen Bemessungsfällen ist das ungünstigste Szenario auszuwählen. Aufgrund dieser bivarianten Methode – Bemessungsereignis wird entweder durch die Abflussspitze oder die Abflussfracht bestimmt – kann das für die Bemessung maßgebliche Ereignis definiert werden. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass bei Kurzregen eher eine hohe Spitze auftreten wird und geringere Abflussfrachten für die Dimensionierung von Rückhaltebecken maßgeblich werden, bei Langregen hingegen eher die hohe Abflussfracht.“



## 6.2.2 Schutzgrad

Aus der geltenden Fassung des Leitfadens Hochwasserrückhaltebecken wird zitiert: „Hochwasserrückhaltebecken sind meist auf ein 100- oder 150-jährliches Bemessungsereignis auszulegen (Schutz von Siedlungsraum). Unter bestimmten Bedingungen kann auch ein geringerer Ausbaugrad herangezogen werden. Die Bemessung auf häufigere Ereignisse (HQ30, HQ50) wird nicht empfohlen, da ansonsten bei Großereignissen die Hochwasserentlastung der Rückhalteinlage anspringen würde und für seltene Schadereignisse keine Retentionswirkung vorhanden wäre. Bei allen Berechnungsszenarien ist jedenfalls ein Bemessungsszenario gemäß GZP-V 1976 (150-jährliche Wiederkehrswahrscheinlichkeit) zu untersuchen. So kann abgeschätzt werden, ob ein Becken, das auf ein häufigeres Ereignis dimensioniert sein kann, auch beim Bemessungsereignis im Sinne des Gefahrenzonenplans wirkt und diese Wirkung auch quantitativ festgeschrieben und dokumentiert wird.“

## 6.3 Hydraulische Bemessung

### 6.3.1 Bemessung der Grundablassöffnung

Für die Bemessung der Abflusskurve wird der Ansatz „Ausfluss aus Öffnungen“ herangezogen:

$$Q = k * A * (2 * g * h)^{(1/2)}, \text{ wobei:}$$

k die Einlaufverluste am Rechen und bei der Öffnung sind

g die Erdbeschleunigung in m/s<sup>2</sup>

A die Fläche des Grundablasses in m<sup>2</sup>

h die Druckhöhe in m

Diese Gleichung gilt für freie – also für nicht durch den Unterlauf beeinflusste – Abflüsse. Sollte der Oberwasserspiegel durch den Unterwasserspiegel eingestaut sein, so ergibt sich hydraulisch ein Ausfluss aus Öffnungen unter Wasser. Die hydraulische Druckhöhe errechnet sich aus der Differenz zwischen Oberwasserspiegel (OW im Becken) und Unterwasserspiegel (UW im Unterlaufgerinne).



### 6.3.2 Bemessung der Hochwasserentlastung

Die Überfallhöhe der Hochwasserentlastung (HWE) wird nach der Poleni-Formel berechnet. Nach dem Leitfaden Hochwasserrückhaltebecken der WLV muss ein Abfluss zwischen  $HQ1000 = (1,6 * HQ100)$  und  $HQ5000 = (2 * HQ100)$  sicher über die Hochwasserentlastung abgeführt werden. Die sicherste Variante für ein Rückhaltebecken ist der rechnerische Nachweis der gesicherten Abfuhr eines HQ5000. Dies ist besonders wichtig im Fall einer Verklausung oder einer extremen Vorbefeuchtung im Einzugsgebiet.

Die Poleni Formel lautet:  $Q = 2/3 * \mu * (2*g)^{1/2} * B * h^{3/2}$ , wobei:

$\mu$  der Überfallbeiwert ist

$g$  die Erdbeschleunigung in  $m/s^2$

$B$  die Breite der HWE in m

$h$  die Überfallshöhe in m

Hier wird zusätzlich der Überfallbeiwert  $C = 2/3 * \mu * (2*g)$  eingeführt. Der Grund dafür ist, dass im HEC-HMS der Wert  $C$  als Input benötigt wird. Für die Simulation wurde ein  $C$  Wert von 1,62 benutzt, der realistische Ergebnisse ergeben hat. Das entspricht einem  $\mu$  Überfallbeiwert von 0,5487. Der typische  $\mu$  Überfallbeiwert für ein breites Wehr ist  $\mu = 0,55$ .

### 6.3.3 Bemessung des Freibords

Nach dem Leitfaden Hochwasserrückhaltebecken der WLV soll für Betonbauwerke bis  $100.000m^3$  mit einem Freibordanteil von 0-0,5m gerechnet werden. In Anlehnung zur DIN 19700-12, Stauanlagen: Hochwasserrückhaltebecken; 2004-07 wird für neue Planungen empfohlen, dass der Freibord mindestens 0,5m beträgt. Wenn die 0,5 m nicht möglich sind, muss der mathematische Nachweis zur Berechnung des Freibordanteils geliefert werden.



Beckenvolumen (m <sup>3</sup> )	Betonbauwerk	(Erd-) Dammbauwerk		
	f = fw (m) <sup>*1</sup>	fw (m)	fk (m) <sup>*1</sup>	f (m)
bis 100.000	0 bis 0,5 <sup>*1</sup>	0,5-0,7	0-0,3	0,5-1,0
100.000 bis 500.000	0 bis 0,7 <sup>*1</sup>	0,7-1,0	0,3-0,5	1,0-1,5
über 500.000	0 bis 1,0 <sup>*1</sup>	1,0-1,3	0,5	1,5-1,8

fw ... Freibordhöhe durch Windeinfluss = hs (Wind- u. Eisstau) + ha (Wellenauflauf)  
fk ... Zusätzlicher Freibordanteil (aus konstruktiven oder betrieblichen Gründen und als Sicherheitszuschlag)  
<sup>\*1</sup> .... hier soll noch ein lokaler Sicherheitszuschlag f. Wildholz etc. beigegeben werden!

Abbildung 4: empfohlene Freibordanteile laut Leitfaden Hochwasserrückhaltebecken WLIV

### 6.3.4 Bemessung des Tosbeckens

Die Bemessung des Tosbeckens  $L_T$  kann nach der Gleichung nach Angerholzer durchgeführt werden:

$$L_T = [v_o + (2 * g * h)^{1/2}] * (\Delta H / g)^{1/2} + h$$

Wobei:  $\Delta H$  die Absturzhöhe in [m]

$h$  die durchflusshöhe in der Abflussektion in [m]

$v_o$  die Zuflussgeschwindigkeit in [m/s]

Die Gleichung nach Angerholzer wird in der Praxis als Mindestwert für die Tosbeckenlänge verwendet. Die Gleichung nach Müller beruht hingegen auf einer geringen Zuflussgeschwindigkeit (Rückstau) und vernachlässigt diese:

$$L_T = 4 * \Delta H^{1/2} * h^{3/2}$$

### 6.3.5 Ermittlung des Retentionsgrades

Eine wichtige Kennzahl der Berechnung von Rückhaltebecken ist der Retentionsgrad RG. Der Retentionsgrad stellt die Rückhaltewirkung einer Anlage dar und wird wie folgt berechnet:

$$RG = (Q_{zu} - Q_{ab}) / Q_{zu} * 100$$

Der Retentionsgrad ist unmittelbar am Beckenstandort am größten und nimmt aufgrund von Zwischeneinzugsgebieten und Zubringer kontinuierlich ab. Es ist daher für jeden relevanten Berechnungsknoten (inkl. Siedlungsbereich, Mündung in den Vorfluter) ein neuer reduzierter



Hochwasserwert ( $HQ_{ret}$ ) zu berechnen. Sind zwei oder mehrere Rückhaltebecken in einem Einzugsgebiet geplant, so ist einerseits jedes Becken für sich zu dimensionieren und andererseits ist das Zusammenwirken der Hochwasserrückhaltebecken als Gesamtwirkung der Maßnahmen mittels eines Flussgebietsmodells zu untersuchen und darzustellen.

#### **6.4 Topographische Kennzahlen und Höhen – Volumen Beziehungen**

Alle topographischen Kenndaten und Höhen – Volumen Beziehungen wurden aus dem 0,5 x 0,5 m digitalen Geländemodell (DGM) berechnet.

#### **6.5 Getroffenen Annahmen**

Für die Retentionsuntersuchung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Alle Standorte müssen mit einem **LKW erreichbar** sein, so dass Räumungs- und Instandhaltungsmaßnahmen möglich sind.
- Wasserseitig ist **kein Rückhaltebecken eingeschüttet** (senkrechte Mauer), so dass die Gesamtstauhöhen und Gesamtspannweiten minimal gehalten werden.
- 

#### **6.6 Hydrologisches Modell im HEC-HMS**

Als nächstes wird das für die Retentionsberechnung benutzte hydrologische Modell präsentiert.

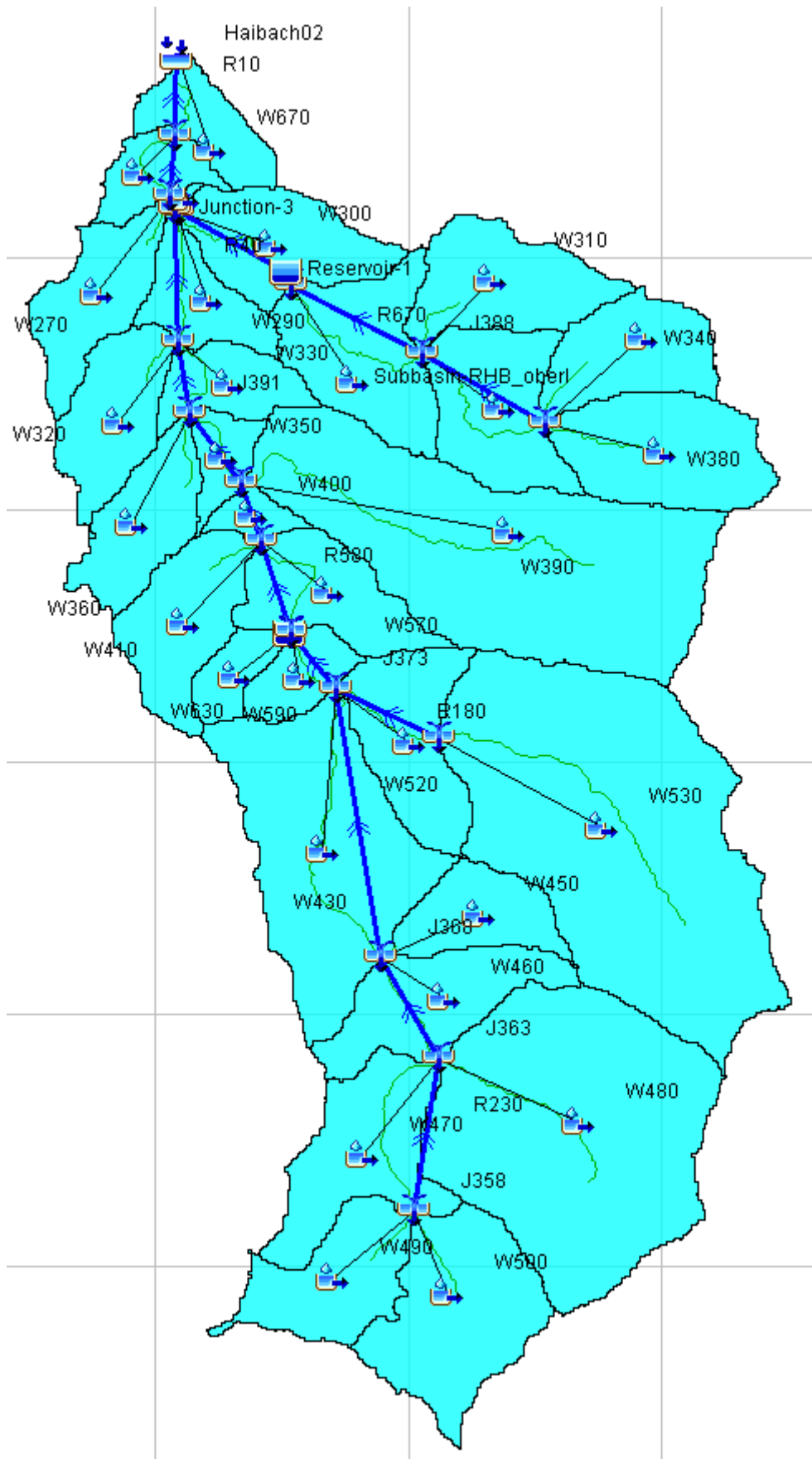


Abbildung 5: Hydrologisches Modell mit allen RHB, TEZG, Gerinne und Knoten



## **6.7 Methodische Vorgehensweise**

Bei dieser Retentionsuntersuchung wurde für jeden potentiellen Rückhaltebecken – Standort folgende methodische Vorgehensweise angewandt:

- Ableitung der Höhen – Volumen Beziehung aus dem digitalen Geländemodell.
- Berechnung der Überfallhöhe der Hochwasserentlastung (HWE) für ein theoretisches HQ5000 ( $\approx 2 \times \text{HQ100}$ ).
- Einbau der Höhen – Volumen Beziehung und der Kenndaten des Grundablasses ins HEC-HMS.
- Iterative Berechnung der benötigten Retentionskubatur und der Abflussganglinie für alle Dauerstufen.
- Falls die maximale Höhe der ermittelten Höhen – Volumen Beziehung von der Gesamthöhe = [außergewöhnliches Stauziel + Freibord] überschritten wird, dann wird entweder der Grundablass verkleinert, oder eine neue Höhe – Volumen Beziehung für den Standort abgeleitet (Standortanpassung) und alle Berechnungen werden bei jeder Anpassung neu durchgeführt.





## 7 Ergebnisse

Im Kapitel 7 werden die Ergebnisse von zwei untersuchten Varianten präsentiert:

**Variante 1:** Kombination aus einem Rückhaltebecken am Ratzingerbach – Standort 1 und einem Wildholzrechen mit einer kleinen retendierenden Wirkung (Standort 2) oberhalb vom Gebäude an der Adresse Haibach 31.

**Variante 2:** Ein einziges Rückhaltebecken am Ratzingerbach – Standort 1. Der Standort 2 entfällt. Bei der Variante 2 soll das Bauwerk eine Gesamthöhe von 13m nicht überschreiten (ca. 1,9 Meter werden für die Fundierung des Bauwerkes angenommen).

### 7.1 Dimensionierung der Retentionsmaßnahmen – Variante 1

Tabelle 3: Kenndaten des Rückhaltebeckens und des Wildholzrechens mit retendierenden Wirkung

Kenndaten	Standort 1 - Ratzingerbach	Standort 2 – Haibach – Wildholzrechen mit retendierenden Wirkung
$Q_{100}$ [m <sup>3</sup> /s]	<b>9,0</b>	21,2
Bemessungsereignis ohne RHB	90 Min	180 Min
Tiefster Punkt [m ü A]	344,014	393,2
Grundablass (Lichte Höhe x Lichte Breite in m)	0,5 m x 1,0 m	2,6 m x 2,0 m
$Q_{ret}$ [m <sup>3</sup> /s]	<b>3,7</b>	<b>20,0</b>
Bemessungsereignis mit RHB	6 Stunden	180 Min
Ret. Volumen [m <sup>3</sup> ]	<b>17.400</b>	<b>6.200</b>
Stauziel [m ü A]	352,92	397,68
Stauhöhe [m]	8,91	4,48
Breite Hochwasserentlastung [m]	10	15
$1,6 \times Q_{100}$ [m <sup>3</sup> /s] (HQ <sub>1000</sub> )	14,4	33,9
Höhe HWE [m]	0,93	1,02
Freibord nach Leitfaden [m]	0,5	0,5
Gesamtstauziel [m ü A]	354,35	399,2
Gesamthöhe [m]	<b>10,336</b>	<b>4,756</b>
Spannweite [m]	59	54
Retentionsgrad [%]	<b>58,9</b>	<b>5,7</b>



## 7.2 Ergebnisse des gesamten Einzugsgebietes – Variante 1

Als nächstes werden die Ergebnisse des gesamten EZG präsentiert. Das neue maßgebliche Ereignis nach den hier getroffenen Annahmen ist wieder das 180 Min. – Ereignis und seine Abflussspitze beträgt **35,0 m<sup>3</sup>/s an der Mündung, sowie 34,4 m<sup>3</sup>/s an der Staatsgrenze.** (s. nächste zwei Abbildungen). Der gesamte Retentionsgrad beträgt:  $RG = [(41,4 - 35,0) / 41,4] \times 100 = 15,5\%$ .

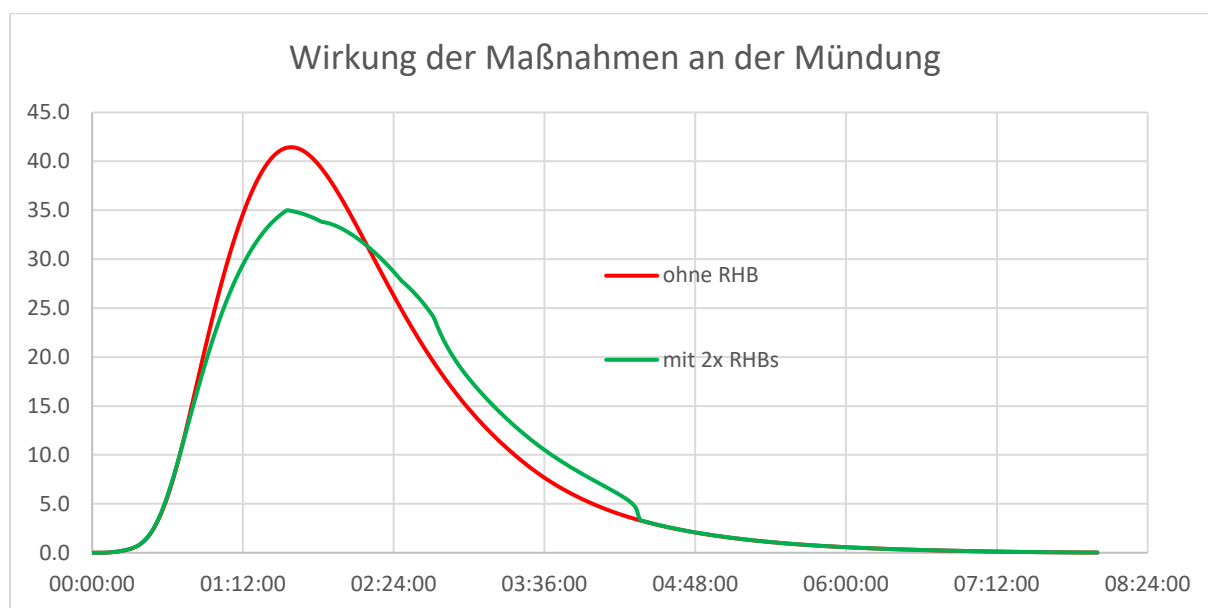


Abbildung 6: Wirkung der Maßnahmen an der Mündung



### 7.3 Dimensionierung der Retentionsmaßnahmen – Variante 2

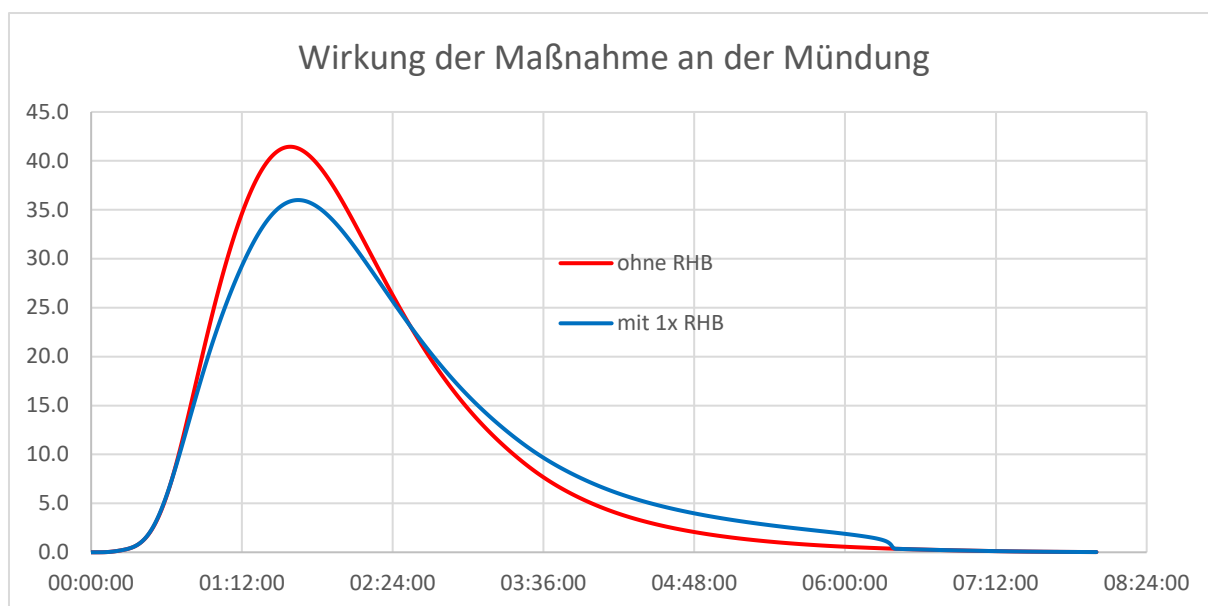
Als nächstes wird die Wirkung der geplanten Maßnahme nur beim Ratzingerbach - Standort präsentiert:

Tabelle 4: Kenndaten des Rückhaltebeckens am Zubringer –Standort.

Kenndaten	Ratzingerbach
Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	<b>9,0</b>
Bemessungsereignis ohne RHB	90 Min
Tiefster Punkt [m ü A]	344,014
Grundablass (Lichte Höhe x Lichte Breite in m)	0,55 m x 0,55 m
Q <sub>ret</sub> [m <sup>3</sup> /s]	<b>2,6</b>
Bemessungsereignis mit RHB	12 Stunden
Ret. Volumen [m <sup>3</sup> ]	<b>31.400</b>
Stauziel [m ü A]	355,69
Stauhöhe [m]	11,68
Breite Hochwasserentlastung [m]	15
2 x Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s] (HQ <sub>1000</sub> )	18,0
Höhe HWE [m]	0,82
Freibord nach Leitfaden [m]	0,5
Gesamtstauziel [m ü A]	357,01
Gesamthöhe [m]	<b>13,0</b>
Spannweite [m]	72
Retentionsgrad [%]	<b>71,1</b>

### 7.4 Ergebnisse des gesamten Einzugsgebietes – Variante 2

Als nächstes werden die Ergebnisse des gesamten EZG präsentiert. Das neue maßgebliche Ereignis nach den hier getroffenen Annahmen ist wieder das 180 Min. – Ereignis und seine Abflussspitze beträgt **36,0 m<sup>3</sup>/s an der Mündung, sowie 35,2 m<sup>3</sup>/s am Beginn der Bachüberdeckung**. Der gesamte Retentionsgrad beträgt:  $RG = [(41,4 - 36,0) / 41,4] \times 100 = 13,0 \%$ .





## 8 Interpretation der Ergebnisse der Retentionsuntersuchung

### 8.1 Hydrologische Situation in Passau

- Zum Schutz der L515 und der Gemeinde Passau wird die Variante 1 empfohlen.
- Bei Fertigstellung dieser zwei Rückhaltebecken wird die maximale  $Q_{100}$  Abflussspitze des Haibaches an der Mündung von ca.  $41,4 \text{ m}^3/\text{s}$  auf ca.  $35 \text{ m}^3/\text{s}$  verringert.
- Der kombinierte Retentionsgrad der vier geplanten Rückhaltebecken beträgt ca. 15,5%.
- Sollte die Variante 1 nicht umsetzbar sein, dann muss die Variante 2 umgesetzt werde, wobei dann das Rückhaltebecken des Zubringers eine Gesamthöhe von fast 15m haben wird.

#### Anmerkungen für beide Varianten:

- Es kommt zu keiner ungünstigen Überlagerung der Abflussganglinien.
- Der kombinierte Retentionsgrad über das gesamte Einzugsgebiet ist kleiner als die einzelnen Retentionsgrade der jeweiligen Standorte, weil der Retentionsgrad unmittelbar am Beckenstandort am größten ist und aufgrund von Zwischeneinzugsgebieten und Zubringer kontinuierlich abnimmt.
- **Anmerkung:** Für alle Bemessungsberechnungen wurde die Bodenfeuchtekategorie II angenommen. Laut DVWK-Merkblatt 113 soll bei der Synthese von Hochwasserganglinien die Bodenfeuchtekategorie II angenommen werden, was einer „mehr als durchschnittlichen, wenn auch nicht extrem großen Bodenfeuchte“ (DVWK 113, 1984) entspricht.
- **Restrisikofälle:** 1) Es besteht nach wie vor das Restrisiko, dass der Bodenfeuchtezustand III (extrem große Vorbefeuchtung) als Anfangsbedingung vorkommen wird. Sollte so eine extreme Vorbefeuchtung des Bodens vorkommen, dann wird ein Becken extrem schnell voll. Die Abflussschnittstelle der Hochwasserentlastung wird in diesem Fall aktiviert. 2) Es besteht nach wie vor das Restrisiko, dass ein Grundablass teils oder zur Gänze verklausiert wird. Sollte so eine Verklausung vorkommen, dann wird ein Becken extrem schnell voll. Die Abflussschnittstelle der Hochwasserentlastung wird in diesem Fall auch aktiviert.



## 9 LITERATUR:

**BERGMEISTER K., SUDA J., HÜBL J., RUDOLF-MIKLAU F., (2009):** Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren: Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Berlin: Ernst & Sohn.

**BMLFUW, (2014):** Leitfaden Hochwasserrückhaltebecken. Grundsätze für Planung, Bau und Betrieb bei der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs, Wien: BMLFUW, Abteilung III/5 - Wildbach- und Lawinenverbauung.

**DVWK, (1984):** Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlag-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil II: Synthese, DVWK Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 113, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin

**GRUBER, H; KYRIAZIS, G (2016):** Ereignisdokumentation Haibach. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Oberösterreich Gebietsbauleitung Nord, S. 44

**Hübl, J; Beck, M; Kyriazis, G; Sauermoser, C; Frankl, D (2017):** Ereignisdokumentation 2016. IAN Report 185.

**Hübl, J; Kyriazis, G; (2019):** Projekt Hillslope AB162, Gefährdungsanalyse - Hydrologische Untersuchung im Bereich Passau

**US ARMY CORPS OF ENGINEERS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, (2000).** Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Technical Reference Manual, CPD-74B. Online available at [http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS\\_Technical%20Reference%20Manual\\_\(CPD-74B\).pdf](http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Technical%20Reference%20Manual_(CPD-74B).pdf)

**US ARMY CORPS OF ENGINEERS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, (2016).** Hydrologic Modeling System HEC-HMS, User's Manual Version 4.2, CPD-74A. Online available at [http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS\\_Users\\_Manual\\_4.2.pdf](http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Users_Manual_4.2.pdf)



## 10 Anhang:

### 10.1 Seecharakteristik der Hochwasserrückhaltebecken Var.1

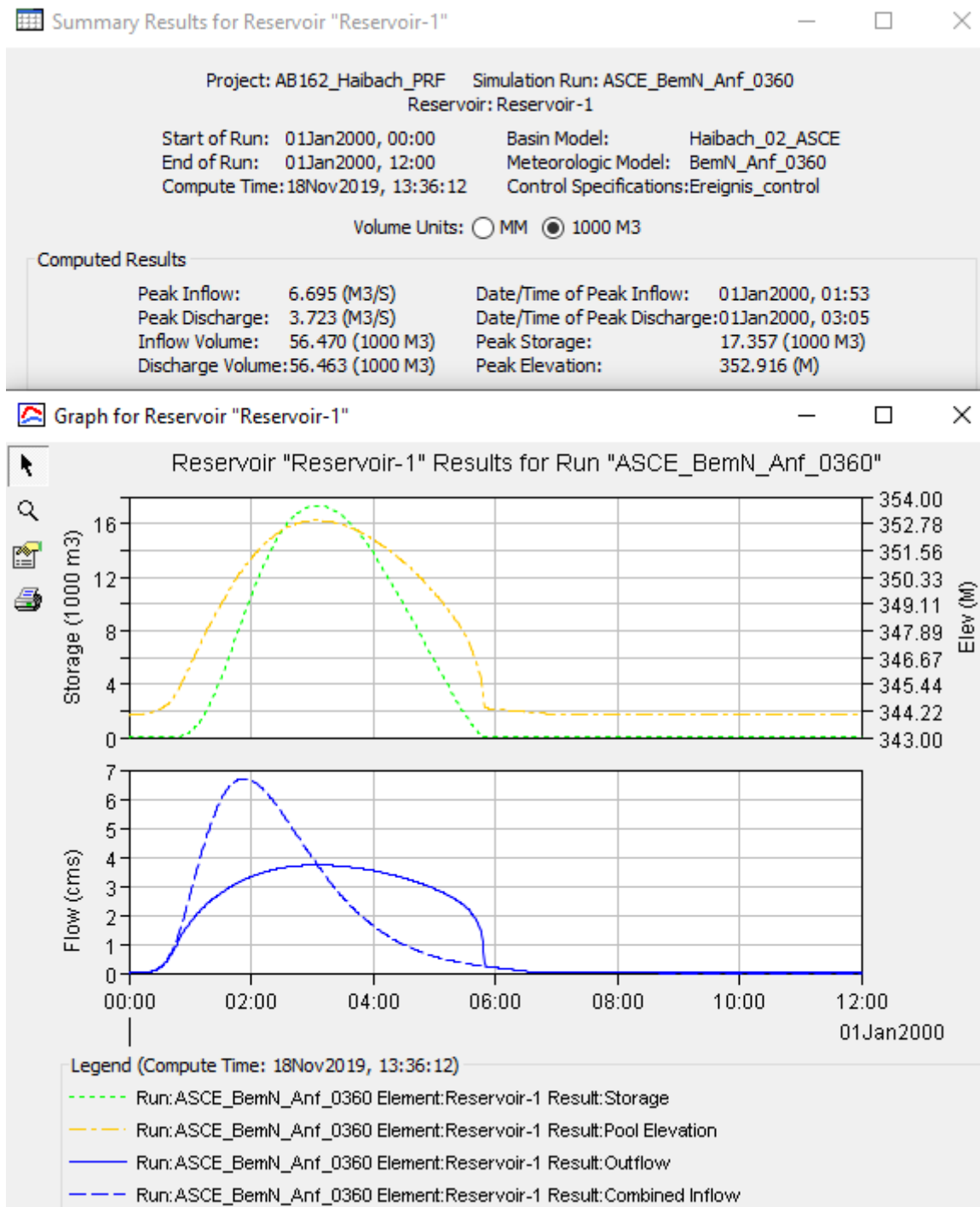


Abbildung 7: Füll- und Entleerdauer, sowie maximale Füllung beim gewöhnlichen Stauziel beim Hochwasserrückhaltebecken des Zubringers

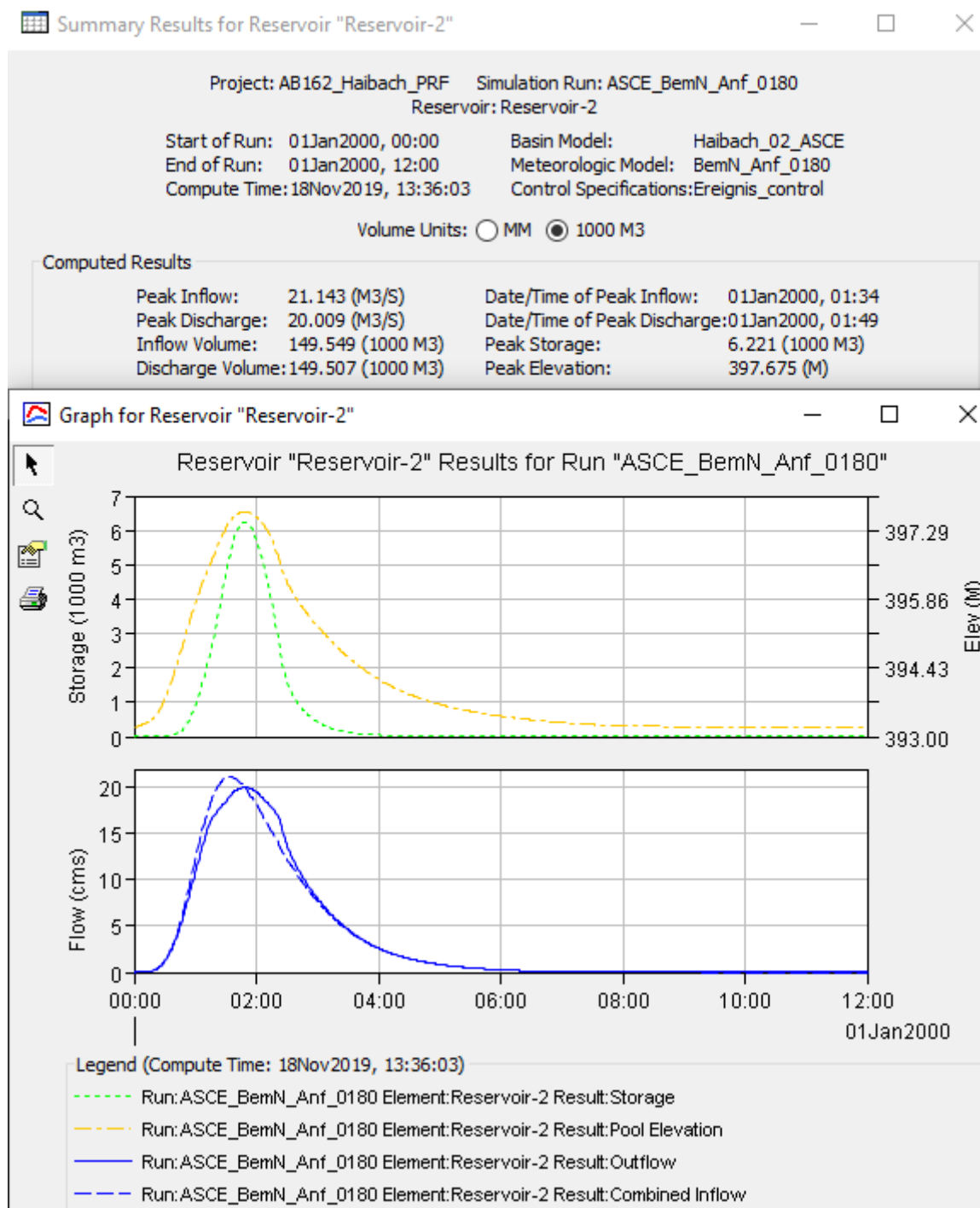


Abbildung 8: Füll- und Entleerdauer, sowie maximale Füllung beim gewöhnlichen Stauziel beim Wildholzrechen mit retendierenden Wirkung oberhalb vom Gebäude an der Adresse Haibach 31.





## 10.2 Seecharakteristik des Hochwasserrückhaltebeckens Var.2

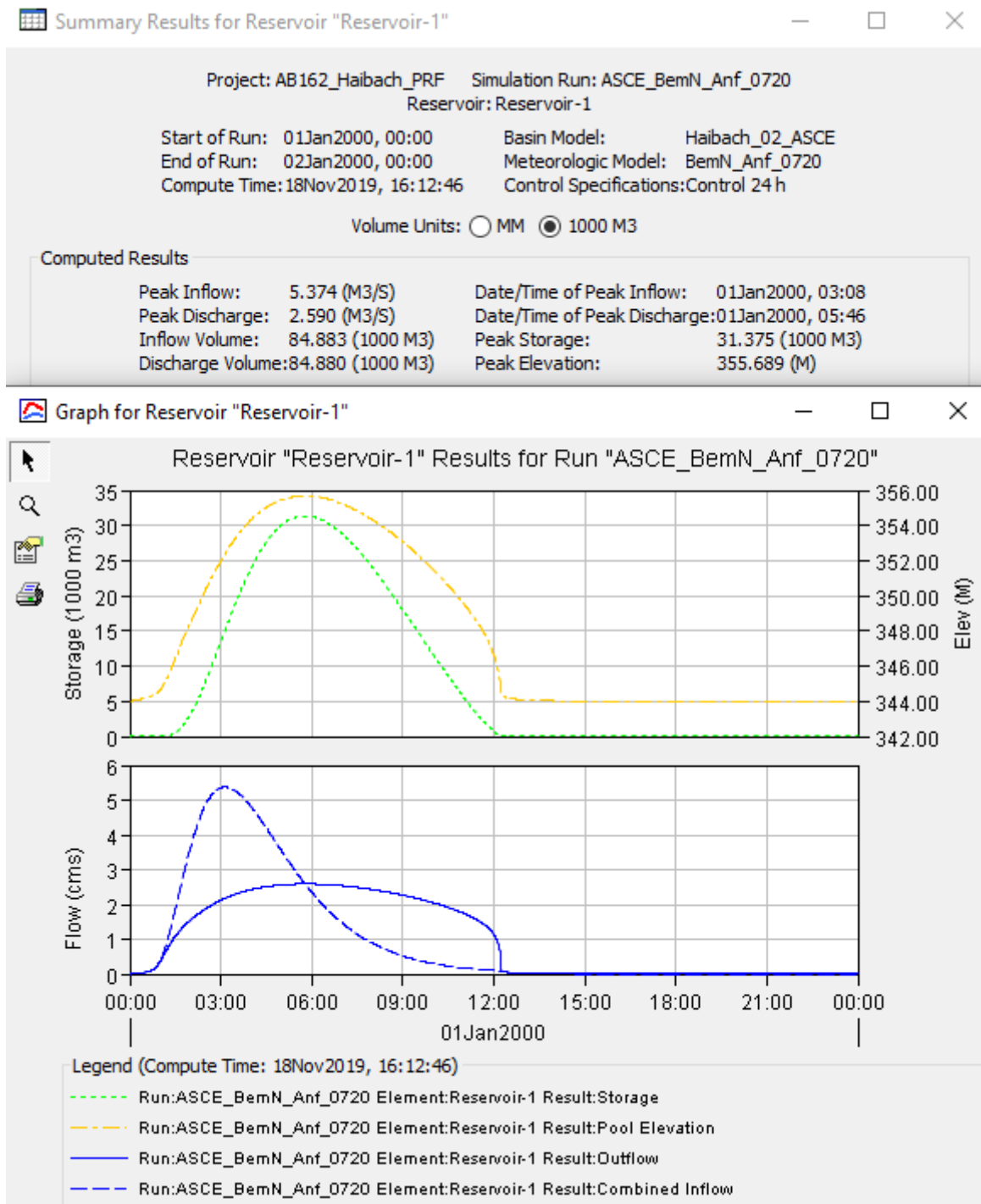


Abbildung 9: Füll- und Entleerdauer, sowie maximale Füllung beim gewöhnlichen Stauziel beim Hochwasserrückhaltebecken des Zubringers

