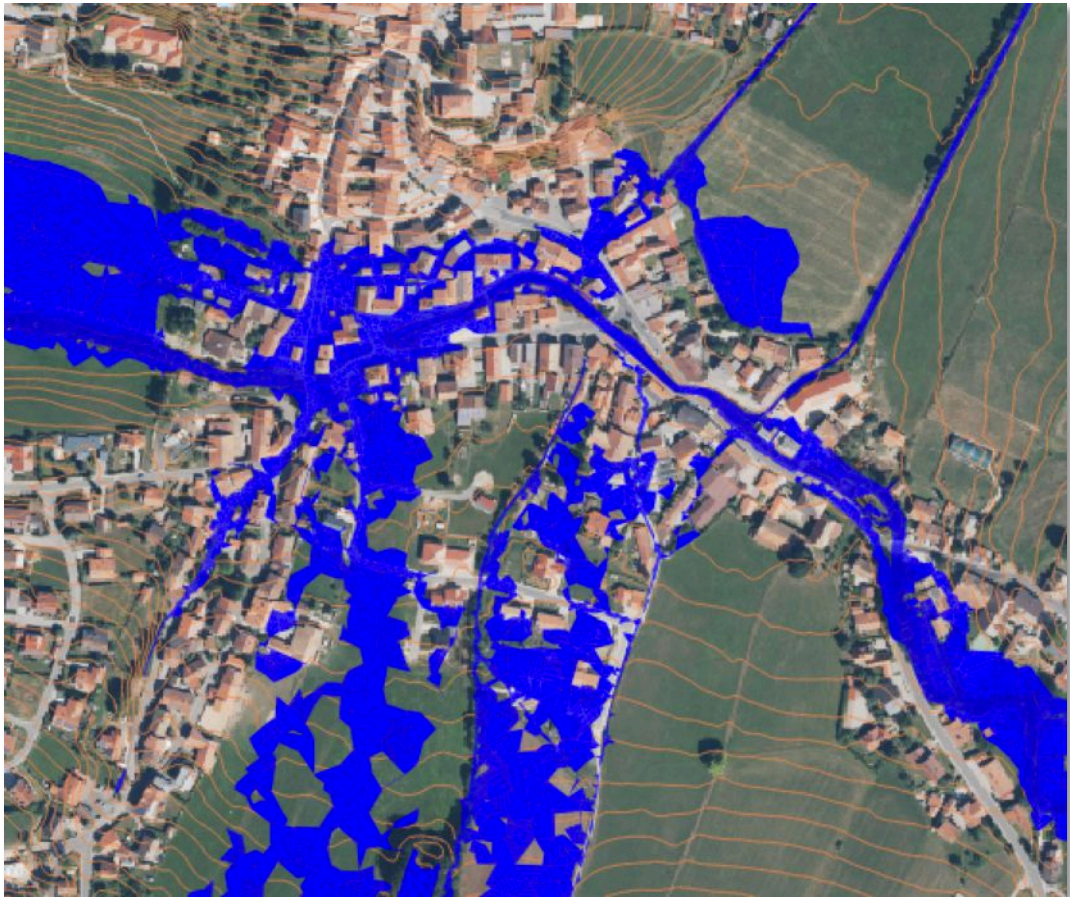

Markt Neukirchen beim Heiligen Blut



**Hochwasserschutz- und
Rückhaltekonzept**

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Vorhabensträger</i>	3
2	<i>Zielsetzung und Vorgehen</i>	3
3	<i>Analyse des Projektgebietes</i>	7
3.1	<i>Übersicht</i>	7
3.2	<i>Geologie</i>	8
3.3	<i>Gewässerlandschaft</i>	10
3.4	<i>Einzugsgebiete und Nutzung</i>	11
4	<i>Flussgebietsmodell</i>	13
4.1	<i>Gebietsniederschlag</i>	15
4.2	<i>Übertragungsfunktionen</i>	17
4.3	<i>Verknüpfung der Teileinzugsgebiete</i>	18
5	<i>Hydrologische Ergebnisse für den Ist-Zustand</i>	20
6	<i>Strömungsberechnungen für den Istzustand</i>	22
6.1	<i>Aufbau des Strömungsmodells</i>	22
6.2	<i>Strömungsberechnungen</i>	24
7	<i>Hochwasserrückhalt</i>	30
8	<i>Hochwasserrückhaltevarianten</i>	42
8.1	<i>Rückhaltevariante V1</i>	42
8.2	<i>Rückhaltevariante V2</i>	47
8.3	<i>Rückhaltevariante V3</i>	52
8.4	<i>Rückhaltevariante V4</i>	55
8.5	<i>Fazit Hochwasserrückhaltevarianten</i>	59
9	<i>Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet</i>	60
10	<i>Kombinierte Hochwasserschutzvarianten für Neukirchen</i>	70
10.1	<i>Hochwasserschutzvariante V1b</i>	71
10.2	<i>Hochwasserschutzvariante V5</i>	82
10.3	<i>Hochwasserschutzvariante V5b</i>	91
11	<i>Hochwasserschutzvariante Mais M1</i>	101
12	<i>Hochwasserbrennpunkt Dammermühle am Schicher Bach</i>	106
13	<i>Zusammenfassung und Wertung der Hochwasserschutzvarianten</i>	110
	<i>Anhang</i>	114

1 Vorhabensträger

Vorhabensträger für das Hochwasserschutzprojekt ist der

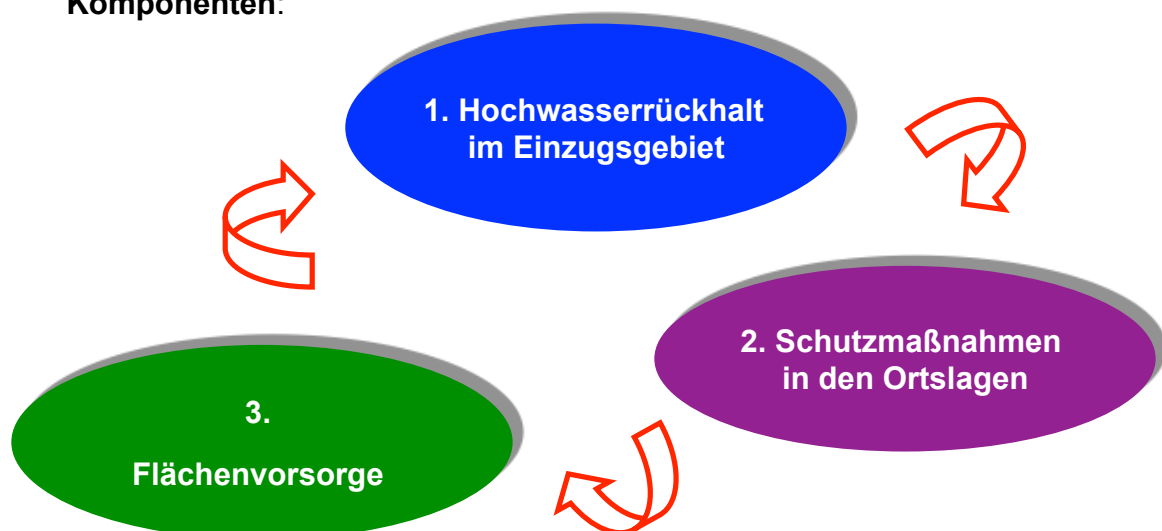
Markt Neukirchen beim Heiligen Blut
Marktplatz 2
93453 Neukirchen beim Heiligen Blut

2 Zielsetzung und Vorgehen

Das nachfolgende Hochwasserschutzkonzept basiert auf dem Grundgedanken eines integrierten Hochwasserschutzes. Diese moderne Konzeptionsmethode sieht neben den klassischen technischen Maßnahmen im Innerortsbereich insbesondere Rückhalt im Einzugsgebiet vor. Als dritte Säule des Konzeptes werden zudem Vorsorgemaßnahmen, insbesondere Flächenvorsorge, vorgeschlagen. Das Hochwasserschutzkonzept umfasst neben dem Schutz gegen das Hochwasser der Flüsse und Bäche auch Bausteine zur Abflusslenkung und Retention in den ortsnahen Einzugsbereichen. Bei der Entwicklung des Schutzkonzeptes wird insbesondere auch Wert darauf gelegt, dass mit der Verbesserung des Wasserrückhalts am Gewässer und im Einzugsgebiet auch eine Reduzierung von Nährstoffeinträgen in das Gewässer, Erosionsminderungen und das Reduzieren von Abschwemmungen erreicht wird.

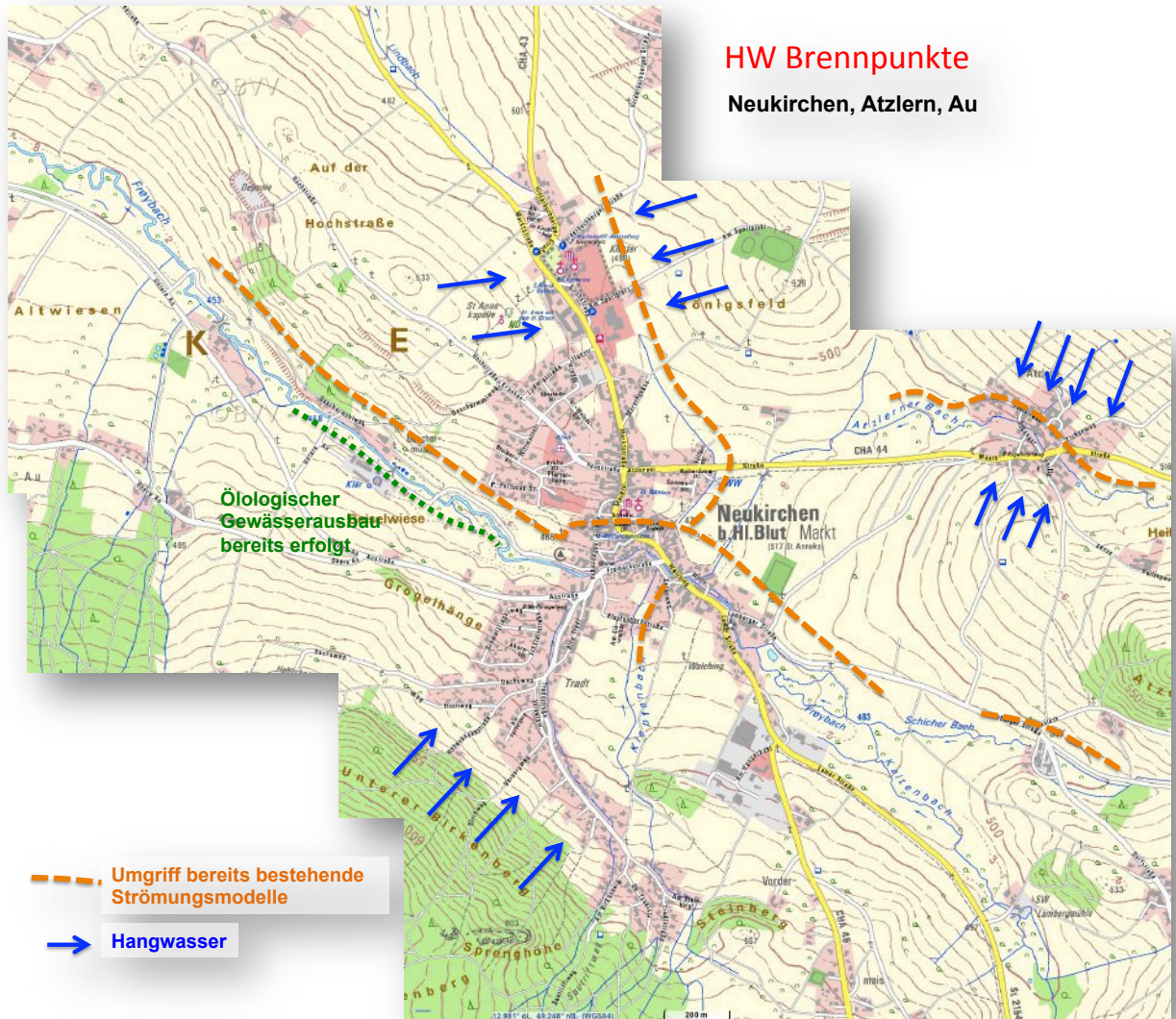
Zielsetzung

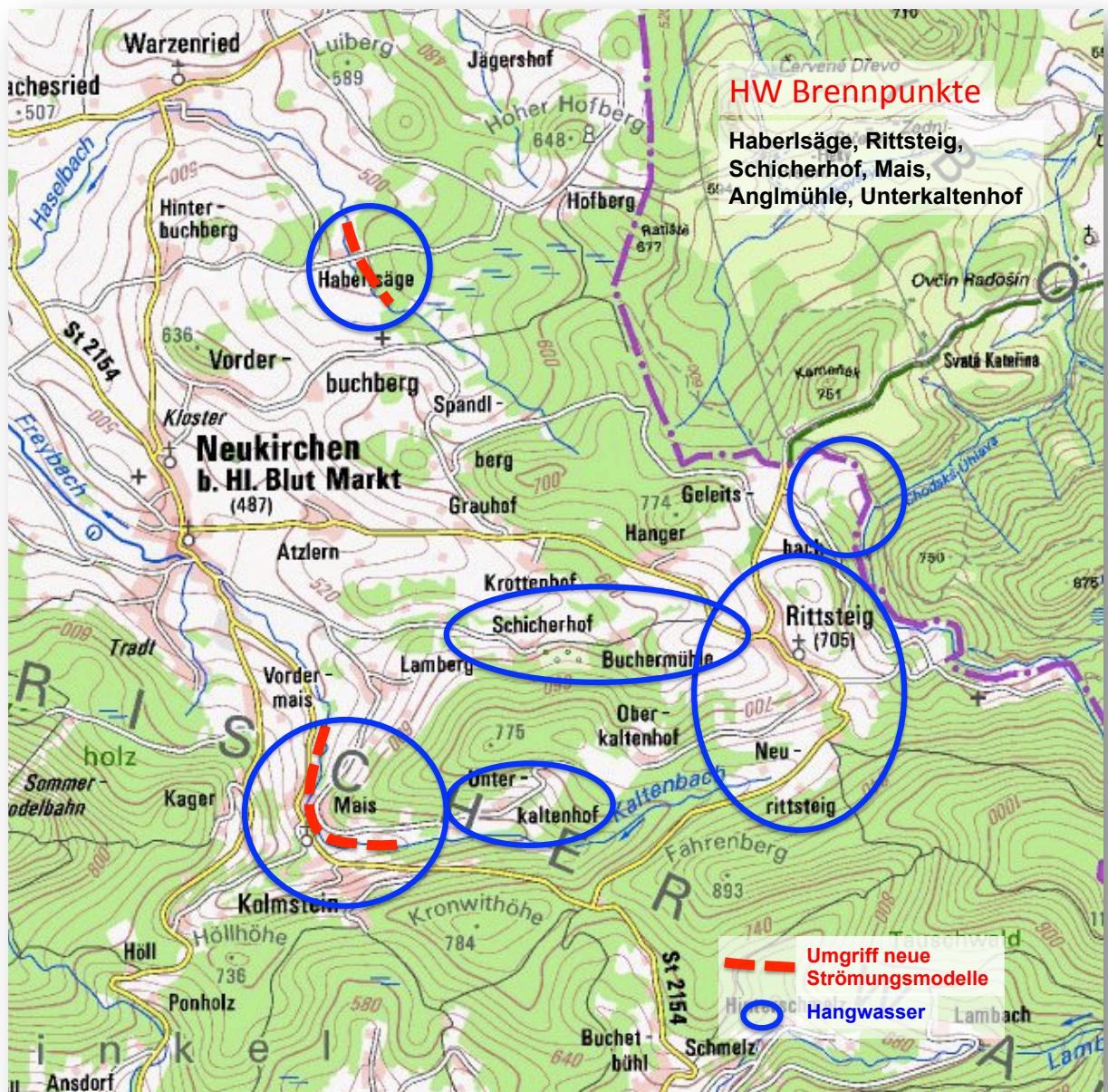
- Entwickeln eines tragfähigen **Hochwasserschutzkonzeptes** für die Ortsteile von Neukirchen mit den **Komponenten:**



Komponenten eines integrierten Hochwasserschutzes

Gegenstand der Planungen sind dabei die folgenden Hochwasserbrennpunkte im Gemeindegebiet von Neukirchen beim Heiligen Blut:





Um für Neukirchen beim Heiligen Blut einen tragfähigen Hochwasserschutz zu erreichen, sind folgende Schritte notwendig:

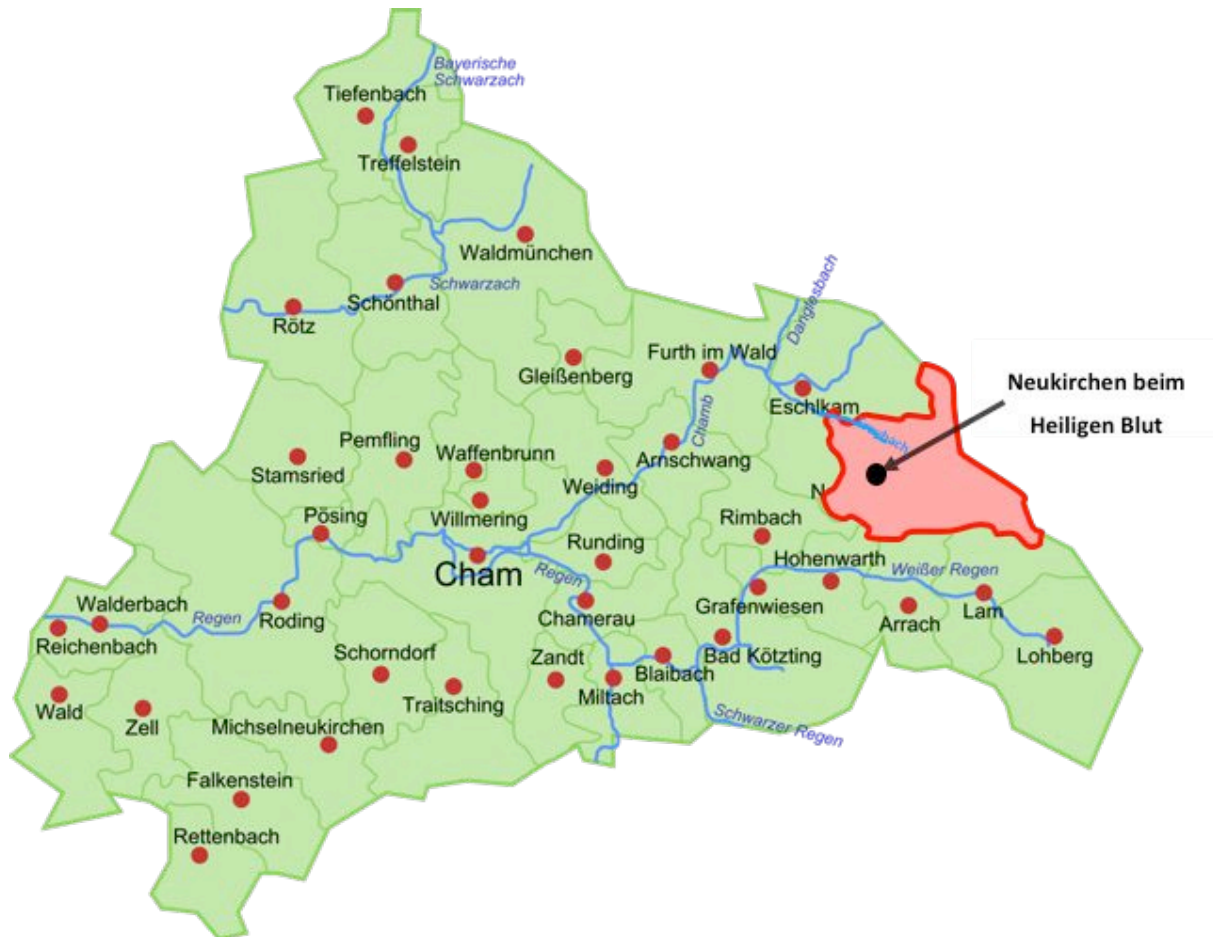
1. Untersuchung der Einzugsgebiete des Freybaches einschließlich seiner Nebengewässer und des Haselbaches. Die Analyse umfasst insbesondere die Nutzung, Topographie, Gewässersituation und auch potentielle Standorte für Rückhaltemaßnahmen in den Einzugsgebieten.
2. Der Aufbau eines Flussgebietsmodelles für die Ermittlung der Hochwasserscheitel und Hochwasserwellen.
3. Bemessung von Hochwasserrückhaltungen auf Basis des Flussgebietsmodells in verschiedenen Varianten.
4. Entwickeln von Bausteinen zur Abflusslenkung und Retention in den ortsnahen Einzugsbereichen.

5. Vermessung der Gewässerstrecken am Kaltenbach im Bereich Mais, am Haselbach im Bereich Habersäge und am Schicher Bach im Bereich der Dammermühle einschließlich der Vorlandbereiche für den Aufbau von zweidimensionalen Strömungsmodellen. Für die Flussstrecken des Freybaches im Bereich Neukirchen und Atzlern existieren bereits Strömungsmodelle des Wasserwirtschaftsamtes, die für die Konzepterstellung verwendet werden können.
6. Aufbau von zweidimensionalen Strömungsmodellen am Kaltenbach im Bereich Mais, am Haselbach im Bereich Habersäge und am Schicher Bach im Bereich Dammermühle und Strömungsberechnungen für den Istzustand und verschiedene Planungszustände.
7. Entwickeln von Schutzkonzepten in verschiedenen Varianten auf Basis eines integrierten Hochwasserschutzes unter Einbeziehen von Rückhaltemaßnahmen im Einzugsgebiet, sowie Maßnahmen in den Ortslagen. Ziel ist dabei, einen vollwertigen Schutz der besiedelten Flächen gegen ein 100-jährliches Hochwasserereignis (zuzüglich eines Klimafaktors von 15%) zu erreichen.

3 Analyse des Projektgebietes

3.1 Übersicht

Die Gemeinde Neukirchen beim Heiligen Blut befindet sich innerhalb des Hohenbogenwinkels im Oberpfälzer Landkreis Cham.

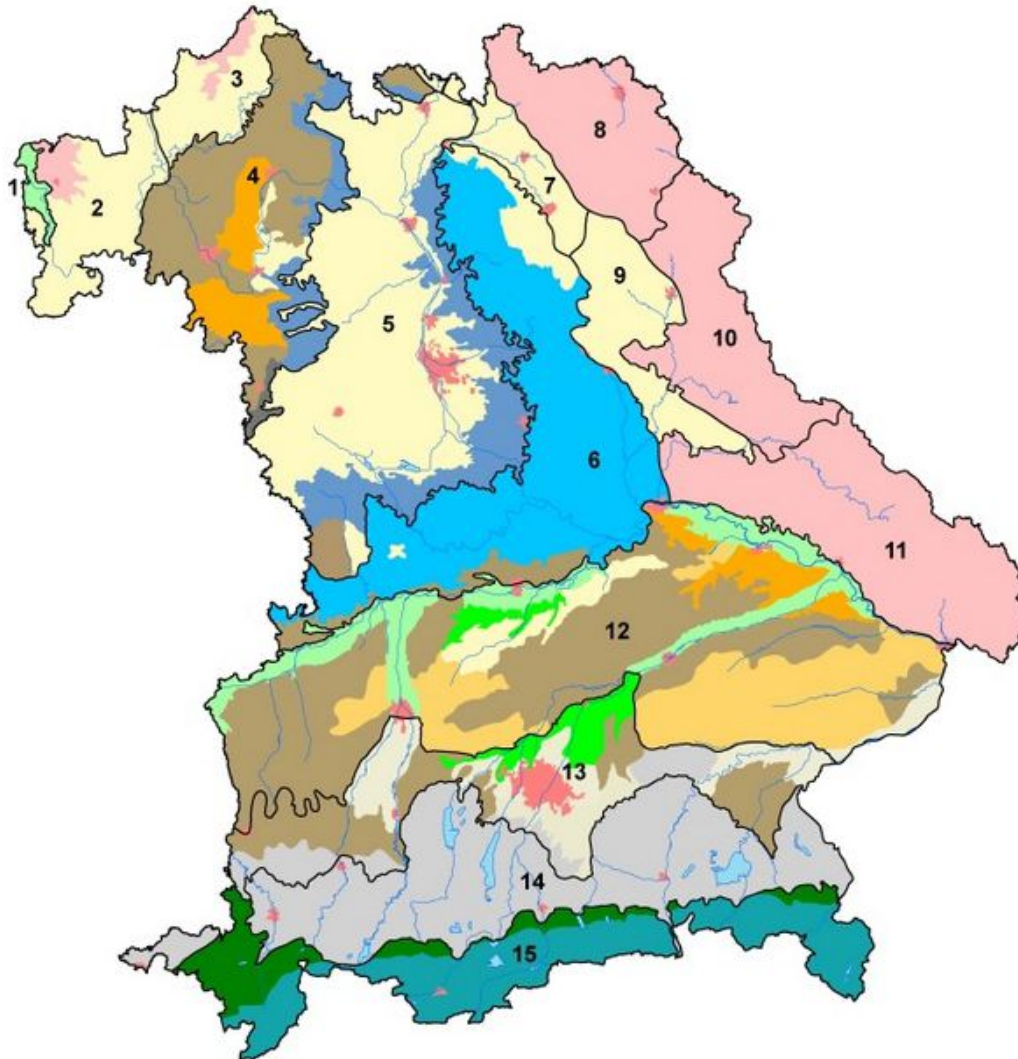


Lage des Vorhabens

Der Markt besitzt insgesamt 31 Ortsteile, wobei neben Neukirchen auch Atzlern, Mais, Schicherhof, Buchermühle, Rittsteig, Unterkaltenhof und Haberlsäge durch Hoch- oder Hangwasser gefährdet sind.

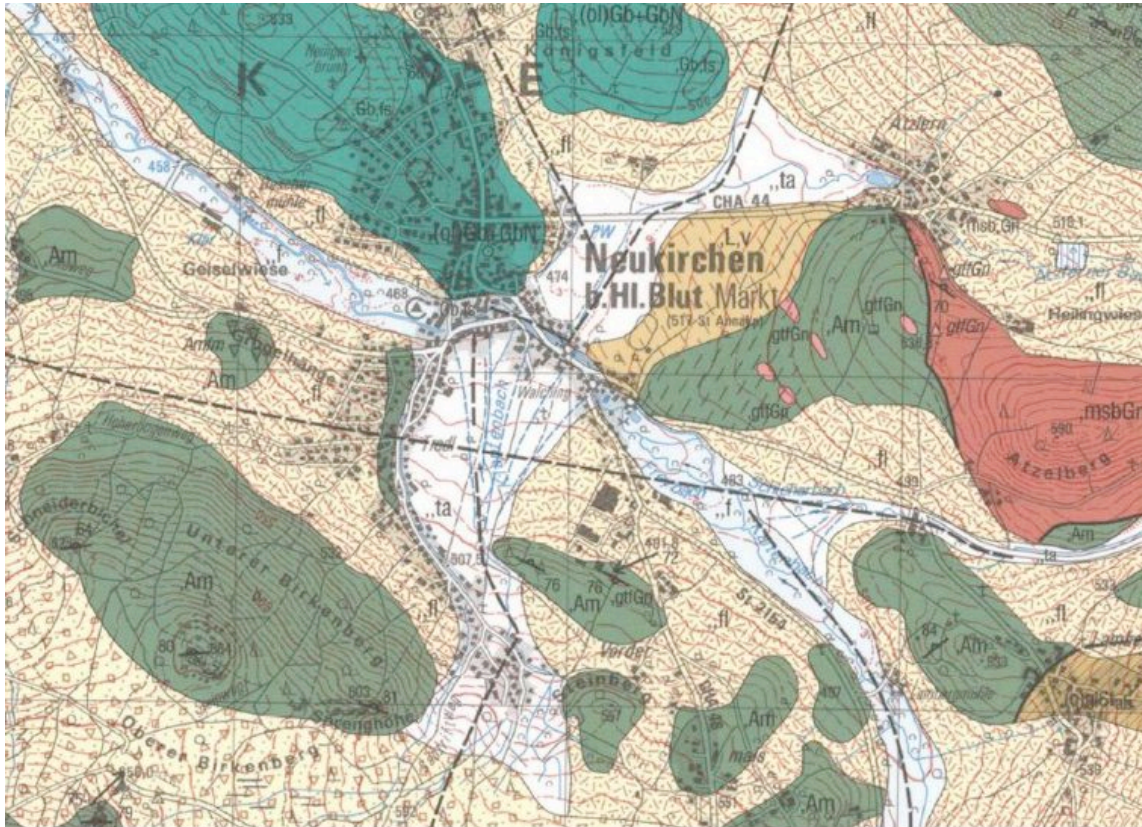
3.2 Geologie

Die betrachtete Fläche liegt in der Landschaftseinheit 10 - Oberpfälzer Wald und besteht im Wesentlichen aus Bergland mit Höhen zwischen 450 müNN und 900 müNN, mit typisch feuchten und kühlem Mittelgebirgsklima. Diese Landschaftseinheit wird im Wesentlichen durch Grundgebirgsgesteine wie Granit, Gneis und Glimmerschiefer aufgebaut, auf denen sich eher saure Böden entwickeln.



Landschaftseinheiten

Hier ist mit dem typischen Profil für Böden an Mittel- und Oberhängen des Bayerischen Waldes zu rechnen. Ausgangsgestein in dieser Region ist Gneis. Hauptbodenart ist normal entwickelte Braunerde aus periglazialen Deckschichten - lehmiger Sand mit 20-40% Skelett (grusig-steinig) und nur sehr geringen äolischen Anteilen - über gut erhaltenem in situ Gneiszersatz (Saprolith). Die Böden sind stark sauer und besitzen dementsprechend nur eine sehr geringe Basensättigung.



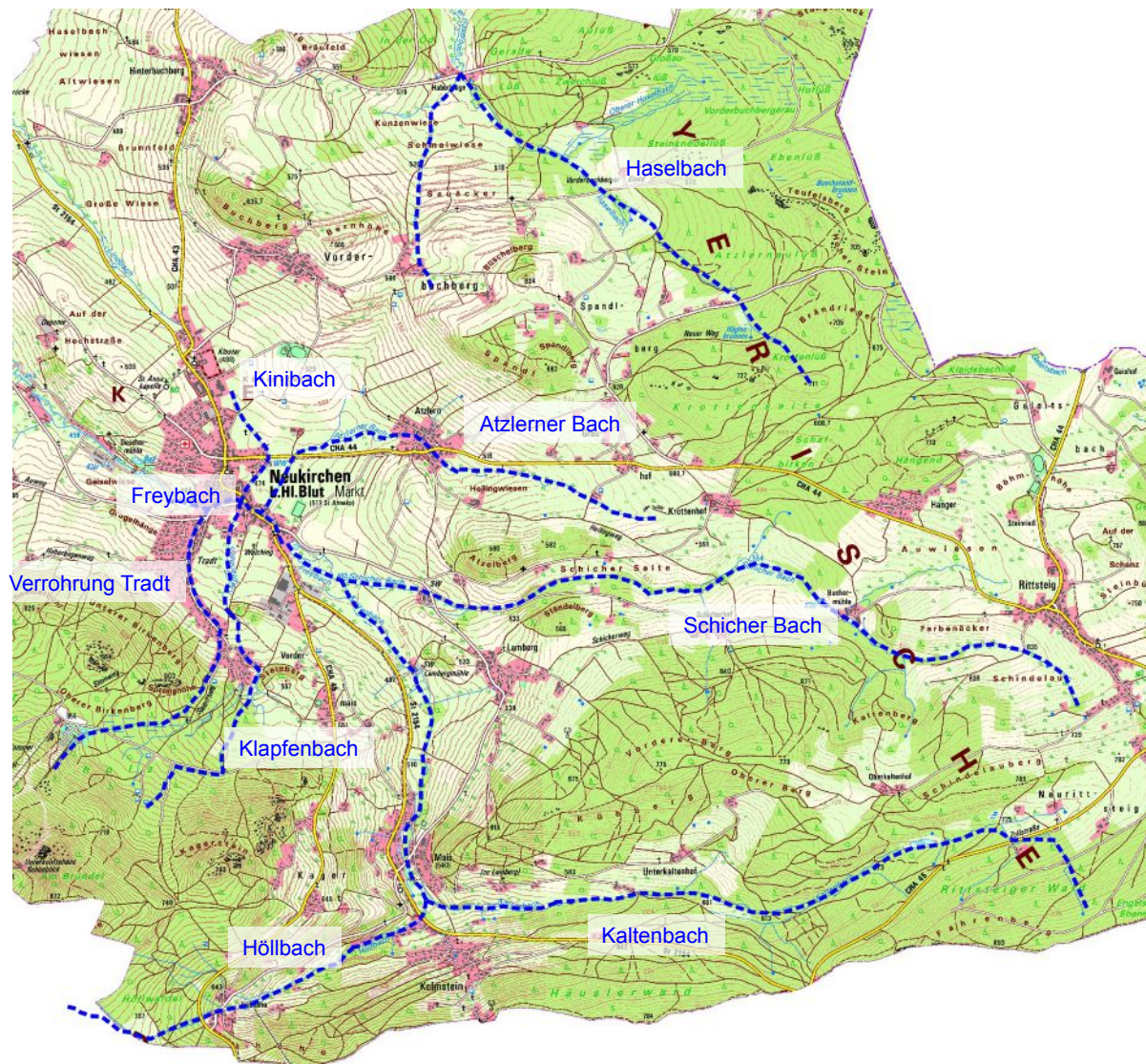
	Talfüllung, polygenetisch		Fließerde lehmig bis sandig mit Gesteinschutt
	Verwitterungslehm		Bach- und Flussablagerungen
	Amphibolit z.T. auch Granit-Amphibolit, Meta-Gabbro; meistmittelkörnig, untergeordnet fein- bzw. grobkörnig, teilweise Amphibolitmylonit (Hoher Bogen Komplex)		Muskovit-Biotit-Gneis Auch Biotit-Plagioklas-Gneis, teilweise Disthen-, Silimanit-, Granit-führend, z.T. diaphthorisch überprägt, flaserig bis lagig (Domažlice-Komplex)
	Verschiedene Einheiten, zersetzt grusig bis lehmig		Granat-Feldspat-Gneis fein- bis mittelkörnig, leukokrat, flaserig, z.T. mylonitisch a) Einschaltung von Granat-Feldspalt-Gneis
	Gabbro, Olivin-Gabbro, Gabbronorit Untergeordnet Leukogabbro; z.T. grobkörnig; teilweise duktil deformiert und uralitisiert (Teufelsberg-Komplex und Neukirchen-Eschikam-Komplex)		Gabbro, flaserig Hauptsächlich Meta-Gabbro; grobkörniger Amphibolit; Gabbro, Olivin-Gabbro, Gabbronorit, untergeordneter Leukogabbro (Teufelsberg-Komplex und Neukirchen-Eschikam-Komplex)

Geologische Situation

Diese Bodenart hat eine gute Wasserdurchlässigkeit und eine mittlere Feldkapazität, jedoch ist als seine Schwäche die Erosionsgefahr zu nennen. Der der Bodentyp wird in die Klasse B eingestuft.

3.3 Gewässerlandschaft

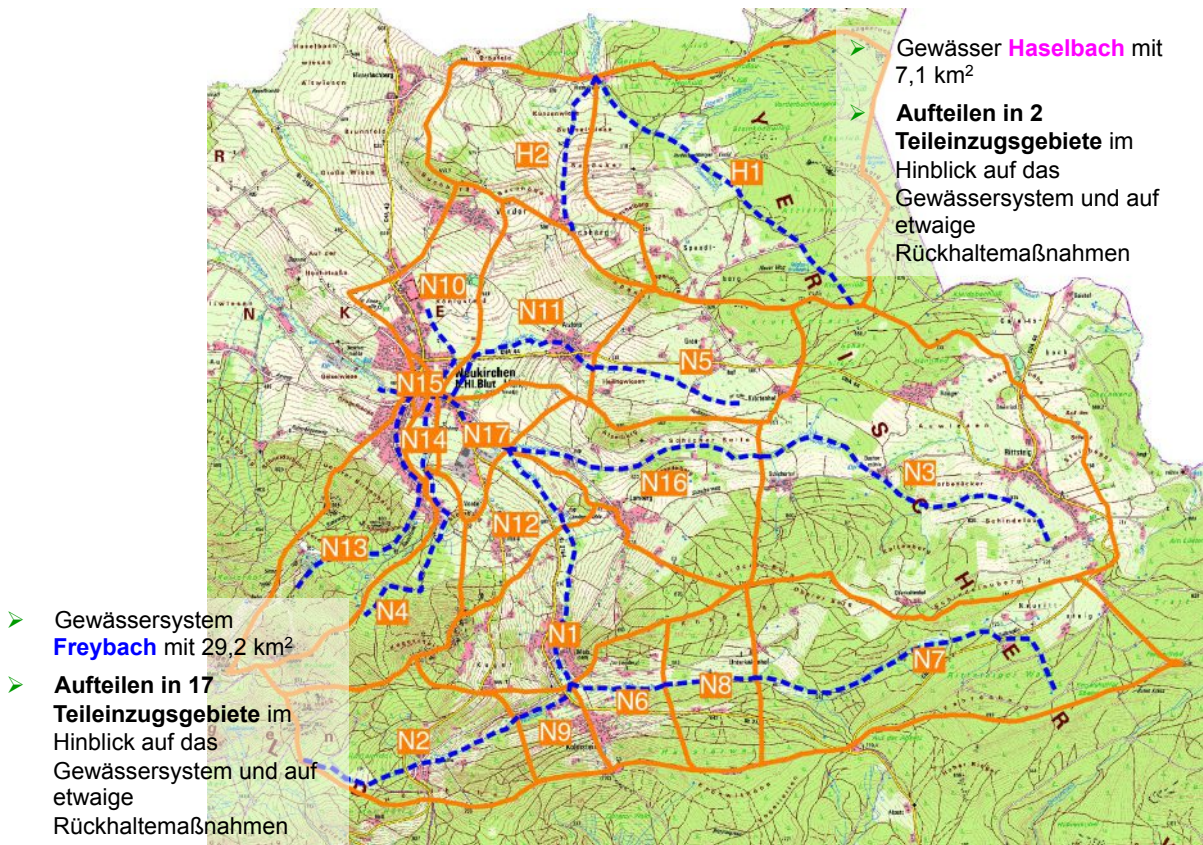
Das Hauptgewässer des Projektgebietes ist der Freybach. Er beginnt kurz vor Neukirchen, nach dem Zusammentreffen von Schicherbach und Kaltenbach. Zusätzlich wird das Gewässer von den Nebenflüssen Atzlerner Bach, Kinibach, Klapfenbach, Höllbach und durch einen verrohrten Abfluss im Bereich von Tradt gespeist. Nördlich befindet sich der Haselbach, dessen Zufluss der Obere Haselbach bildet.



Gewässerlandschaft

3.4 Einzugsgebiete und Nutzung

Das Gesamteinzugsgebiet des Freybaches umfasst 29,2 km². Es wird für die Betrachtung der Hydrologie und Landnutzung sowie für den Aufbau des Flussgebietsmodells in 17 **Teileinzugsgebiete** (N1 – N11) aufgeteilt. Das Einzugsgebiet des, nach Norden fließenden Haselbaches setzt sich aus zwei Teileinzugsgebieten zusammen.



Aufteilung der Teileinzugsgebiete

Knapp die Hälfte des Einzugsgebietes des Freybaches besteht aus Waldflächen. Landwirtschaftlich genutzte Flächen können in 30 % Grünflächen und 14 % Ackerflächen unterteilt werden. Die bebauten Flächen, die insgesamt zu einem Bebauungsanteil im Einzugsgebiet von ca. 7 Prozent führen, sind im Wesentlichen auf die Ortschaften Neukirchen, Rittsteig, Atzlern und Mais konzentrieren.

Neukirchen-Freybach - Einzugsgebiete	
	Gesamtgebiet
Gebietsparameter	
Niederschlaggebiet A_E (km ²)	29,2
Wald (km ²)	48%
Grünland (km ²)	30%
Acker (km ²)	14%
Bebauung (km ²)	7%

Die Nutzungsanteile des Einzugsgebietes für den Haselbach sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten:

Neukirchen-Haselbach - Einzugsgebiete	
	Gesamtgebiet
Gebietsparameter	
Niederschlaggebiet A_E (km ²)	7,1
Wald (km ²)	54%
Grünland (km ²)	13%
Acker (km ²)	31%
Bebauung (km ²)	2%

4 Flussgebietsmodell

Wie bereits dargelegt, sollen für einen nachhaltigen Hochwasserschutz der Siedlungen sowohl Maßnahmen im Einzugsgebiet als auch in den Ortslagen untersucht werden. Als erforderliche hydrologische Eingangsdaten sind deshalb neben dem Scheitelwert des, für die Hochwasserschutzkonzeption maßgebenden 100-jährlichen Hochwasserereignisses zuzüglich des 15%-igen Zuschlags für den Klimawandel, auch die maßgebenden Füllen der Hochwässer zu errechnen. Darauf aufbauend besteht dann die Möglichkeit, sowohl Innerortsmaßnahmen zur Leistungssteigerung der Gewässer oder Eindeichungselemente – hier sind die Scheitelwerte maßgebend – als auch einen Hochwasserrückhalt im Einzugsgebiet – für diesen Fall sind auch die Füllen wichtig – zu konzipieren.

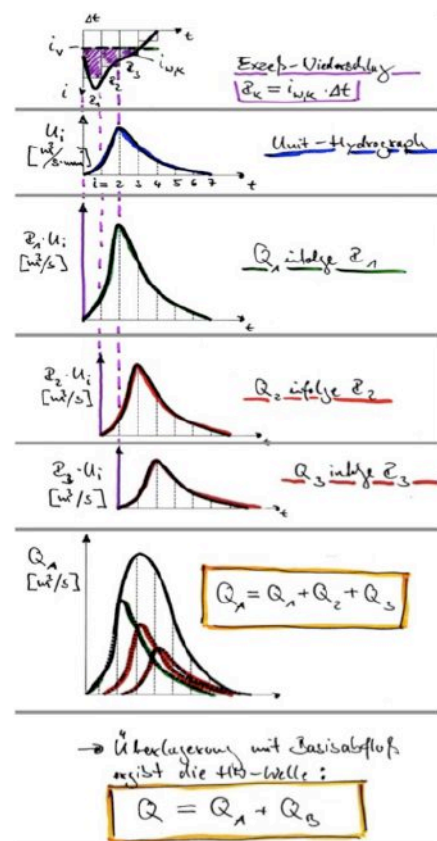
Erwartungsgemäß gibt es für kleine Gewässer kaum Hochwasseraufzeichnungen an Pegeln, die mit den Methoden der Stochastik für die Berechnungen der Hochwasserwerte herangezogen werden könnten.

Die einzige Möglichkeit, um zutreffende Bemessungswerte zu erhalten, ist die Anwendung eines Niederschlagabflussmodells mit synthetischen Übertragungsfunktionen.

In der nachfolgenden Graphik sind die einzelnen Komponenten des Flussgebietsmodells kurz aufgezeigt.

Aufbau des Flussgebietsmodells

- Ermittlung der **abflusswirksamen Niederschläge** aus ereignis- und gebietsspezifischen Parametern
- Erzeugen von synthetischen **Einheitsganglinien** nach verschiedenen Verfahren
- Erzeugen von **Hochwasserwellen** aus den Teileinzugsgebieten und **Verknüpfung für das gesamte Einzugsgebiet**
- Festlegen der maßgebenden **Abflussscheitelwerte** und **Hochwasserfüllen** für verschiedene Jährlichkeiten



Die auf Basis der vorangestellten Einzugsgebietsanalyse ermittelten und für das Flussgebietsmodell notwendigen Parameter für jedes Teileinzugsgebiet des Freybaches sind exemplarisch für das Teilgebiet N1 in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Neukirchen - Einzugsgebiete	
Kenngroßen (Lutz-Verfahren)	N1
Gebietsparameter	
Gewässer (Name, Typ)	Kaltenbach 4
Niederschlaggebiet A_E (km ²)	2,70
Wald (km ²)	0,787
Grünland (km ²)	1,603
Acker (km ²)	0,152
Bebauung (km ²)	0,154
Versiegelungsgrad (%)	25%
Versiegelte Fläche (km ²)	0,039
Basisabflussspende q_B (l/skm ²)	15,0
Basisabfluss Q_B (l/s)	40
Bebauungsanteil (%)	5,7%
Endabflussbeiwert c und Anfangsverlust A_v nach Lutz	
Wald	
Bodentyp (A, B, C, D)	B
Flächenanteil (%)	29,2%
c-Wert	0,48
Anfangsverlust A_v (mm)	5,0
Grünland	
Bodentyp (A, B, C, D)	B
Flächenanteil (%)	63,7%
c-Wert	0,50
Anfangsverlust A_v (mm)	4,0
Acker	
Bodentyp (A, B, C, D)	B
Flächenanteil (%)	5,7%
c-Wert	0,71
Anfangsverlust A_v (mm)	4,0
Versiegelte Fläche	
Bodentyp (A, B, C, D)	C
Flächenanteil (%)	1,4%
c-Wert	1,00
Anfangsverlust A_v (mm)	1,0
mittlerer gewichteter c-Wert (Endabflussbeiwert)	0,51
mittlerer gewichteter Anfangsverlust A_v (mm)	4,25
Gebietsparameter nach Lutz	
Parameter C1	0,020
Parameter C2	3,84
Parameter C3	2
Parameter C4	0
UH-Parameter nach Lutz	
Gebietsfaktor P1	0,3

Parameter für das Flussgebietsmodell

4.1 Gebietsniederschlag

Als Input in das Flussgebietsmodell wird der Gebietsniederschlag auf Basis der Niederschlagsauswertungen laut Starkregenstatistik nach KOSTRA verwendet.

HWS Neukirchen HIBlut - Gebietsniederschlag

Spalte 61, Zeile 78 (Schwerpunkt des Gebietes: Koordinaten 4572931/5456693)

Zeitspanne Januar - Dezember

T D	0,5		1		2		5		10		20		50		100	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5 min	3,4	113,3	6,0	198,5	8,5	283,7	11,9	396,3	14,4	481,4	17,0	566,6	20,4	679,2	22,9	764,4
10 min	6,1	101,5	9,5	157,5	12,8	213,6	17,3	287,7	20,6	343,8	24,0	399,8	28,4	473,9	31,8	530,0
15 min	7,8	86,7	11,8	130,6	15,7	174,5	20,9	232,5	24,9	276,4	28,8	320,3	34,0	378,3	38,0	422,2
20 min	8,9	74,6	13,4	111,5	17,8	148,4	23,7	197,2	28,1	234,1	32,5	271,0	38,4	319,8	42,8	356,7
30 min	10,3	57,4	15,5	86,3	20,7	115,2	27,6	153,4	32,8	182,3	38,0	211,2	44,9	249,4	50,1	278,3
45 min	11,3	41,8	17,4	64,4	23,5	87,0	31,6	117,0	37,7	139,6	43,8	162,2	51,9	192,1	58,0	214,8
60 min	11,7	32,4	18,5	51,4	25,3	70,4	34,4	95,6	41,3	114,6	48,1	133,6	57,2	158,8	64,0	177,8
90 min	13,6	25,2	21,0	38,9	28,3	52,5	38,0	70,4	45,4	84,1	52,7	97,7	62,4	115,6	69,8	129,3
2 h	15,2	21,1	22,9	31,9	30,7	42,6	40,9	56,8	48,6	67,5	56,3	78,2	66,5	92,4	74,2	103,1
3 h	17,7	16,4	26,0	24,1	34,3	31,8	45,3	41,9	53,5	49,6	61,8	57,2	72,8	67,4	81,1	75,1
4 h	19,7	13,7	28,4	19,8	37,2	25,8	48,7	33,8	57,4	39,8	66,1	45,9	77,6	53,9	86,3	59,9
6 h	22,9	10,6	32,3	14,9	41,6	19,3	54,0	25,0	63,3	29,3	72,6	33,6	85,0	39,3	94,3	43,7
9 h	26,6	8,2	36,6	11,3	46,6	14,4	59,9	18,5	69,9	21,6	79,9	24,7	93,2	28,8	103,2	31,8
12 h	29,5	6,8	40,0	9,3	50,5	11,7	64,5	14,9	75,0	17,4	85,5	19,8	99,5	23,0	110,0	25,5
18 h	35,1	5,4	47,5	7,3	59,9	9,2	76,3	11,8	88,8	13,7	101,2	15,6	117,6	18,1	130,0	20,1
24 h	40,7	4,7	55,0	6,4	69,3	8,0	88,2	10,2	102,5	11,9	116,8	13,5	135,7	15,7	150,0	17,4
48 h	45,4	2,6	65,0	3,8	84,6	4,9	110,4	6,4	130,0	7,5	149,6	8,7	175,4	10,2	195,0	11,3
72 h	46,9	1,8	65,0	2,5	83,1	3,2	106,9	4,1	125,0	4,8	143,1	5,5	166,9	6,4	185,0	7,1

T - Wiederkehrzeit (in a): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in min, h)

hN - Niederschlagshöhe (in mm)

rN - Niederschlagsspende (in 1/(s*ha))

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw.

hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

bei $0,5 a \leq T \leq 5 a$ ein Toleranzbetrag $\pm 10 \%$,

bei $5 a < T \leq 50 a$ ein Toleranzbetrag $\pm 15 \%$,

bei $50 a < T \leq 100 a$ ein Toleranzbetrag $\pm 20 \%$,

Berücksichtigung finden.

KOSTRA-Tabelle für den Gebietsniederschlag

Als Intensitätsverlauf für den Niederschlag wurde die - für das nachfolgend verwendete Lutz-Verfahren empfohlene - endbetonte Verteilung angesetzt.

Zur Ermittlung des Effektivniederschlages wurde der Regionalisierungsansatz nach Lutz gewählt. In diesem Ansatz gehen gebietsspezifische Parameter wie der Bodentyp und die Bodennutzung ein. Daneben gehen ereignisspezifische Parameter ein, wie z. B. die Niederschlagsdauer, Vorseuchte des Gebietes und die Jahreszeit, ausgedrückt durch die Wochenzahl. Mit Hilfe dieser ereignis- und gebietsspezifischen Parameter ist es möglich, den abflusswirksamen Niederschlag von den unversiegelten und von den versiegelten Flächen zu errechnen und daraus den Gesamtabflussbeiwert zu ermitteln. Dabei wurde für die Abtrennung der errechnete Abflussbeiwert konstant über die Intervalle angesetzt.

Nachfolgend sind die Formeln für die abflusswirksamen Niederschläge und den Gebietsrückhalt aufgeführt:

$$R = N - N_{\text{eff}} = N - (N_{\text{eff,u}} + N_{\text{eff,s}})$$

$$N_{\text{eff,u}} = \left[(N - A_V) \cdot c - \frac{c}{a} \cdot \left(1 - e^{-a(N - A_V)} \right) \right] \cdot \frac{A_E - A_{E,s}}{A_E}$$

$$N_{\text{eff,s}} = (N - A'_V) \cdot \psi_s \cdot \frac{A_{E,s}}{A_E}$$

$$a = C_1 \cdot e^{-C_2/WZ} \cdot e^{-C_3/q_B} \cdot e^{-C_4 \cdot T_D}$$

- R** : Gebietsrückhalt [mm]
N : Gebietsniederschlag [mm]
N_{eff} : abflußwirksamer Niederschlag [mm]
N_{eff,u} : abflußwirksamer Niederschlag von unversiegelten Flächen [mm]
N_{eff,s} : abflußwirksamer Niederschlag von versiegelten Flächen [mm]

A_V : Anfangsverlust für die unversiegelten Flächen [mm]

A'_V : Anfangsverlust für die versiegelten Flächen [mm]

c : maximaler Abflußbeiwert (Endabflußbeiwert) [-]

A_E : Einzugsgebietsfläche [km²]

A_{E,s} : versiegelte Einzugsgebietsfläche [km²]

ψ_s : Abflußbeiwert für versiegelte Flächen [-]

a : Ereignisfaktor [1/mm]

WZ : Wochenzahl

q_B : Basisabfluß vor dem Niederschlag [l/sec/km²]

T_D : Niederschlagsdauer [h]

C₁ - C₄ : gebietsabhängige Parameter

Empfehlung nach Lutz:

C₁: 0.02

C₂: zwischen 2.0 (Nadelwald/Wiesen) bis 4,62 (landw. Nutzung)

C₃: 2.0

C₄: 0.

4.2 Übertragungsfunktionen

Die Transformation von Niederschlägen in einem Niederschlagsabflussmodell in Abflussscheitel und Abflussganglinien wird mit Hilfe von Übertragungsfunktionen bewerkstelligt. In der Regel werden diese Übertragungsfunktionen für die jeweiligen Einzugsgebiete aus beobachteten Starkniederschlagsereignissen und den zugehörigen Abflussganglinien generiert. In diesem Fall jedoch, und das gilt für sehr viele kleine Einzugsgebiete, sind keinerlei Abflussbeobachtungen vorhanden. Aus diesem Grund müssen für die Übertragung der Niederschläge in Abflüsse synthetische Funktionen bzw. Einheitsganglinien ähnlicher Gebiete herangezogen werden.

Im vorliegenden Fall wurde der Regionalisierungsansatz von Lutz verwendet.

Die Ermittlung der Einheitsganglinien nach dieser Methode basiert auf den beiden Parametern t_A (Anstiegszeit) und u_{\max} (Scheitelwert). Diese Parameter lassen sich als Funktion von gebietspezifischen und ereignisspezifischen Kenngrößen darstellen. So ist zum Beispiel die mittlere Anstiegszeit für das Einzugsgebiet laut nachfolgender Formeln zur ermitteln:

$$t_A = P1 \cdot \left(\frac{L \cdot L_C}{IG^{1,5}} \right)^{0,26} \cdot e^{-0,016 \cdot U} \cdot e^{0,004 \cdot W}$$

t_A	: Anstiegszeit der Einheitsganglinie in [h]
P1	: Gebietsfaktor
L	: Länge des Hauptvorfluters in [km]
L_C	: Länge des Hauptvorfluters in [km] bis zum Schwerpunkt des Einzugsgebietes
IG	: gewogenes Gefälle entlang des Hauptvorfluters [-]
U	: Bebauungsanteil in [%]
W	: Waldanteil in [%]

Die Übertragungsfunktion nach dem Regionalisierungsmodell von Lutz stellt schließlich eine lineare Speicherkaskade der nachfolgenden Funktion dar:

$$u_i = \frac{[(i - 0,5) \cdot \Delta t]^{n-1}}{k^n \Gamma(n)} \cdot e^{-(i-0,5)\Delta t/k}$$

u_i	: Ordinate für das Zeitintervall $i \cdot \Delta t$
n	: Anzahl der Linearspeicher
k	: Speicherkonstante [h]
Δt	: Zeitschritt [h]
$\Gamma(\cdot)$: Gammafunktion

4.3 Verknüpfung der Teileinzugsgebiete

Mithilfe der Einheitsganglinien und der Exzessniederschläge wurden für jedes Teileinzugsgebiet Direktabflusswellen für Niederschlagsdauern von 10 Minuten bis 72 Stunden erzeugt. Diese Direktabflussganglinien wurden schließlich mit dem Basisabfluss (als Basisabflussspende wurde einheitlich für das Gesamtgebiet $15 \text{ l}/(\text{skm}^2)$) überlagert. Als Ergebnis liegt für jedes Teileinzugsgebiet eine Schar von Abflusswellen für Hochwässer verschiedener Jährlichkeit vor.

Diese Abflusswellen aus den Teileinzugsgebieten wurden, laut nachfolgenden Knotenplan, mittels Translation ohne Wellenabflachung miteinander verknüpft. Diese Vorgehensweise liegt bezüglich der Scheitelwerte auf der sicheren Seite.



Knotenplan für das Flussgebietsmodell - Freybach

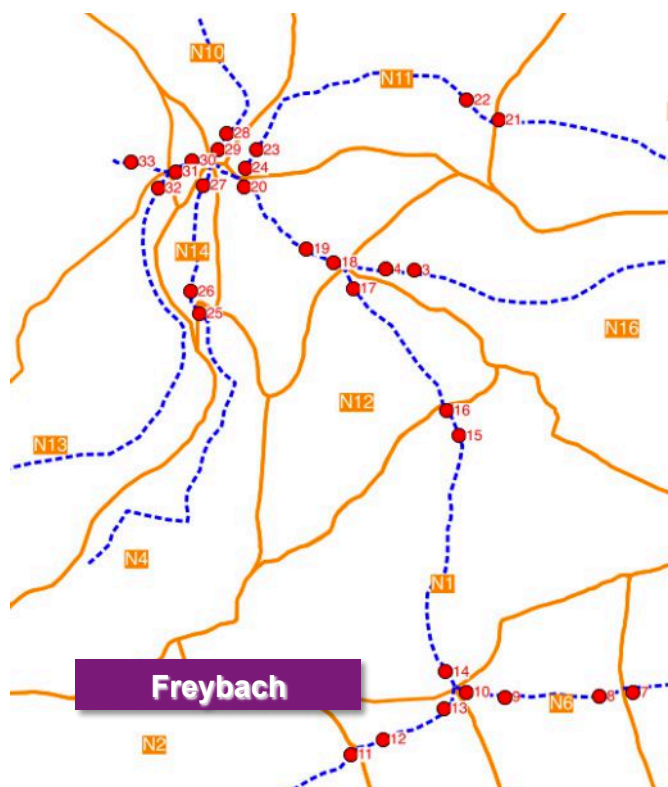


Knotenplan für das Flussgebietsmodell - Haselbach

5 Hydrologische Ergebnisse für den Ist-Zustand

Im ersten Schritt der hydrologischen Untersuchungen wurden für den Ist-Zustand an den jeweiligen Berechnungsknoten sowohl die Hochwasserscheitel als auch die Hochwasserfüllen berechnet.

Hydrologische Ergebnisse für den Istzustand

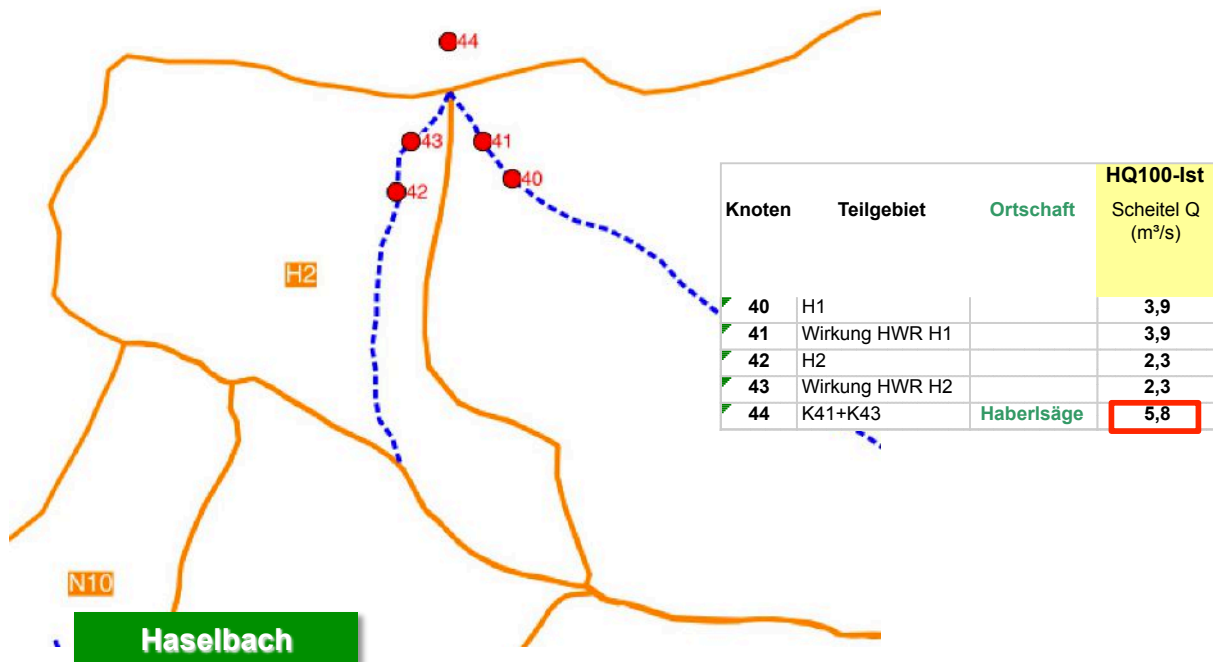


Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ100-Ist Scheitel Q (m³/s)
1	N3		5,9
2	Wirkung HWR RH3		5,9
3	N16		7,2
4	Wirkung Rückhalt N16		7,2
5	N7		3,2
6	Wirkung HWR RH7		3,2
7	N8		4,0
8	Wirkung HWR RH8		4,0
9	N6		5,0
10	Wirkung HWR RH6		5,0
11	N2		1,9
12	Wirkung HWR RH2		1,9
13	N9		2,5
14	K10+K13	Mais	7,5
15	N1		11,1
16	Wirkung HWR RH9		11,1
17	N12		12,4
18	K4+K17		19,0
19	Wirkung HWR RH1		19,0
20	N17	Neukirchen	19,9
21	N5		1,9
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	1,9
23	N11		4,0
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,0
25	N4		1,3
26	Wirkung HWR RH4		1,3
27	N14	Neukirchen	1,5
28	N10		2,3
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,3
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	27,4
31	N15	Neukirchen	27,5
32	N13	Neukirchen	2,8
33	K31+K32	Neukirchen	30,3

Die hydrologischen Ergebnisse für den Freybach zeigen für Neukirchen (Knoten K33) einen HQ100-Scheitelwert von 30,3 m³/s. Für Mais (Knoten K14) liegt der HQ100-Scheitel bei 7,5 m³/s und für Azlern bei 1,9 m³/s.

Für das Flussgebiet des Haselbaches liegt der maßgebende HQ100-Scheitel bei Knoten 44 bei $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hydrologische Ergebnisse für den Istzustand



6 Strömungsberechnungen für den Istzustand

6.1 Aufbau des Strömungsmodells

Für die hydraulischen Berechnungen wurde das Programmsystem Hydro_As-2D eingesetzt. Hydro_As-2D ist ein zweidimensionales Berechnungssystem, welches auf der Finite-Volumen-Methode aufbaut. Mit Hilfe dieses Programmsystems können für verschiedene Hochwasserschutzaufgaben Überschwemmungsgrenzen, Überflutungsdauern, Strömungsgeschwindigkeiten, Wassertiefen, Abflussaufteilung im Flussschlauch und in den Vorländern dargestellt werden.

Wie bereits dargelegt konnte entlang des Freybaches auf ein bereits bestehendes Strömungsmodell des Wasserwirtschaftsamtes Regensburg zurückgegriffen werden.

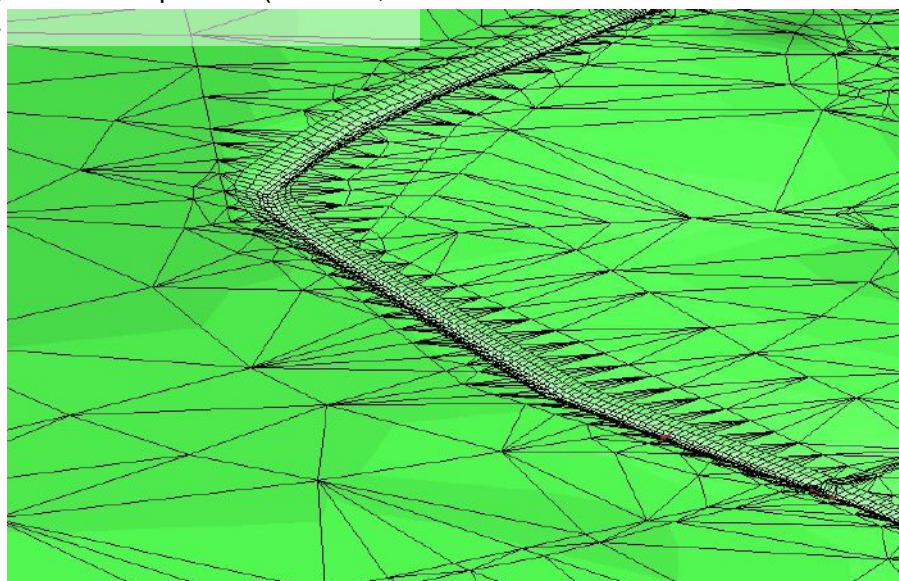
In den Flussabschnitten Mais, Schicher Bach und Haselbach wurde auf Basis der terrestrischen Vermessung und dem digitalen Geländemodell DGM1 ein Strömungsnetz in drei Abschnitten aufgebaut. Zuerst wurde der Flussschlauch generiert. Um ein gutes Simulationsbild zu ermöglichen, ist es wichtig relativ gleichmäßige Viereck-Elemente zu erzeugen.

Im zweiten Schritt wurde das Vorlandnetz generiert. Hierbei ist es wichtig, die hydraulisch signifikanten Bruchkanten mit aufzunehmen. Das Vorlandnetz besteht aus Viereck- und Dreieckelementen. In Gebieten mit zu erwartend hoher Strömung müssen die Elemente feiner gesetzt werden, als in Gebieten mit geringer Strömung.

Das Vorlandnetz und der Flussschlauch mussten anschließend miteinander zu einem Strömungsnetz verknüpft werden.

Die Brücken und Durchlässe wurden sorgfältig mit den wesentlichen hydraulischen Parametern in das Netz modelliert.

- **Konstruktion eines Finite-Elemente-Netzes**
verknüpft aus
 - Vorlandnetz, Flussschlauchnetz und Modellierung von Sonderprofilen (Brücken, Wehre, etc.).



Strömungsnetzaufbau

Nachdem das Strömungsnetz aufgebaut ist, ist jedem Element, in Abhängigkeit der Nutzung bzw. der Beschaffenheit der Oberfläche eine Rauheit zuzuordnen. Die Rauheit der Oberfläche wird bei unserem Modell mit dem sogenannten k_{st} -Wert nach Manning-Strickler definiert.

Aufbau eines Strömungsmodells

- Festlegen der **Parameter für die Strömungsberechnungen** (Rauigkeiten, Randbedingungen, etc.) auf Basis der Topographie, Vorlandnutzung und Sohlbeschaffenheit.



Zuordnung von Rauheiten

Abschließend sind für das Strömungsmodell noch Einströmränder und Ausströmbedingungen festzusetzen.

6.2 Strömungsberechnungen

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Zuflüsse bei HQ100 im Istzustand für das Strömungsmodell.

Ist-HQ100 - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen



Die Analyse der Berechnungsergebnisse zeigt bei HQ100 folgendes Bild:

Schon am Ortseingang von **Neukirchen** tritt der Freybach mit Wassertiefen von bis zu 0,50 m großflächig über die Ufer und stellt eine Gefahr für die Anwesen im Bereich der Lamer und Lamberger Straße dar. Die größten Überschwemmungen befinden sich am Ortsausgang, nach dem der Freybach von seinen Zuflüssen Atzlerner Bach, Klapfenbach und Kinibach gespeist wird. In der Freibach- und der Hohenbogenstraße ist dabei mit Wassertiefen von bis zu 1,00 m zu rechnen. Weiterhin lassen sich im Bereich der Zuflüsse leichte Überschwemmungen bis ca. 0,30 m erkennen, die auf die zu überlasteten Durchlässe zurückzuführen sind.



Überschwemmungen HQ100-Ist Ortskern Neukirchen

Der **Neukirchener Norden** bleibt weitgehend von Überschwemmungen verschont. Dennoch besteht für Bepbauungen an der „Am Sportplatz“ Straße Gefahr durch den Kinibach. Dessen Einzugsgebiet erstreckt sich über die östlich gelegenen Hänge und kann bei Niederschlägen innerhalb kurzer Zeit den Abfluss im Vorfluter erheblich steigern. Der in nebenstehender Abbildung gezeigte Bereich zeigt Überschwemmungen von Tiefen bis zu 0,50 m, die im Wesentlichen durch die überlastete Straßenverrohrung des Gewässers verursacht werden.



Überschwemmungen HQ100-Ist Neukirchen am Kinibach



Weiter **flussabwärts am Kinibach** kommt es ebenfalls zu Überschwemmungen. Der Bach ist nicht in der Lage, die HQ100-Welle aufzunehmen, so dass einige Gebäude am Ufer überflutet werden.

Überschwemmungen HQ100-Ist Neukirchen am Kinibach

Im Süden Neukirchens ist die **Siedlung am Steinberg** durch Hochwasser gefährdet. Auch hier werden die Zuflüsse des Vorfluters durch ein relativ großes Einzugsgebiet gespeist, was bei Starkregen zu einem schnellen Übertreten des Bachs führen kann. Die südlich der „Am Steinbergl“ Straße gelegenen Wiesenflächen werden dabei überflutet. Durch das relativ große Gefälle wird die Strömungsgeschwindigkeit erheblich gesteigert, wodurch sich die Gefahr für die anliegenden Anwesen verstärkt. Westlich davon befindet sich ein Zufluss des Freybachs, der entlang der „Am Birkenberg“ Straße und der Tradtstraße verläuft. An mehreren Stellen ist das Gewässer verrohrt, was das Risiko für Überflutungen im Hochwasserfall zusätzlich erhöht.



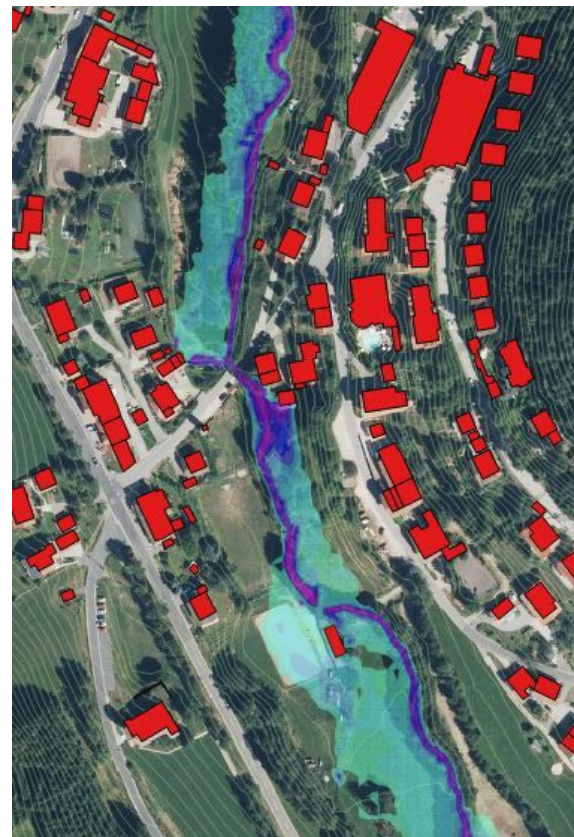
Überschwemmungen HQ100-Ist Siedlung am Steinberg



Weiter hangabwärts fließt der Klapfenbach durch landwirtschaftlich bestellte Flächen, ehe er nach der **Klapfenbacher Siedlung** und dem Ortskern letztendlich im Freybach mündet. Auf Grund der des kleinen Bachquerschnitts tritt hier das Gewässer großflächig über die Ufer, wobei nur geringe Höhen bis 0,20 m erreicht werden. Kurz vor dem Freybach wird noch einmal ein Kanal durchflossen, dessen Leistungsfähigkeit für den Hochwasserfall nicht ausreicht. Auch hier ist mit flächigen Überschwemmungen zu rechnen.

Überschwemmungen HQ100-Ist am Klapfenbach

Im Ortsteil **Mais** ergeben sich bei einem 100-jährlichen Hochwasser nur wenige Brennpunkte. Der Bach kann sich schon am Ortseingang flächig ausbreiten, wodurch die Strömung erheblich gesenkt wird. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Überführung der Kaltenbachstraße genug Leistungsfähigkeit aufweist, um die Wassermassen abzuführen. Im weiteren Verlauf kann sich der Bach wieder ausbreiten, ohne eine Gefahr für Bebauungen darzustellen.



Überschwemmungen HQ100-Ist Mais, Süden



Auch der **nördliche Teil von Mais** ist nur wenig von Hochwasser gefährdet. Der großzügige Bachtalverlauf erlaubt dem Wasser eine flächige Ausbreitung, wodurch der Hochwasserpegel erheblich gesenkt wird. Lediglich im Bereich des Anwesen Tanneneckstraße 10 kann es zu leichten Überschwemmungen kommen, da sich die Gebäude sehr nahe am Gewässer befinden.

Überschwemmungen HQ100-Ist Mais, Norden

Der Ortsteil **Haberlsäge** wird vom Oberen Haselbach durchflossen, wobei dieser kurz vor Ortseingang noch durch einen linksseitigen Zufluss gespeist wird. Im Hochwasserfall führen die Bäche einen Abfluss von $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ und $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Haberlsägestraße wird mit Hilfe zweier rechteckiger Durchlässe der Größen $2,9 \times 1,9 \text{ m}$ und $3,0 \times 1,9 \text{ m}$ unterführt, deren Leistungsfähigkeit ausreicht die Wassermassen abzuführen. Dahinter kann sich das Gewässer im Hochwasserfall ausbreiten, wodurch keine weitere Gefahr für die Anwesen besteht.

Bei HQ100 ist deshalb die Hochwasserbetroffenheit für Gebäude gering.



Überschwemmungen HQ100-Ist Haberlsäge

7 Hochwasserrückhalt

Wie bereits anfangs erwähnt, ist als wichtiger Baustein eines integrierten Hochwasserschutzes der Rückhalt von Hochwasserwellen in den Einzugsgebieten anzusehen.

Die nachfolgend vorgestellten Hochwasserrückhaltebecken sind ausschließlich als sogenannte Trockenbecken gedacht, deren Stauraum nur im Hochwasserfall überflutet ist. Die Eingriffe in den Talraum und in das Gewässersystem können dadurch im Vergleich zu Becken mit Dauerstau deutlich reduziert werden. Auch die ökologische Durchgängigkeit der Gewässer kann bei entsprechender Gestaltung der Grundablässe (Ökodurchlass bzw. Ökoschlucht) erhalten werden.

Hochwasserrückhalt

Hochwasserrückhaltebecken



Becken bei Mittelwasser



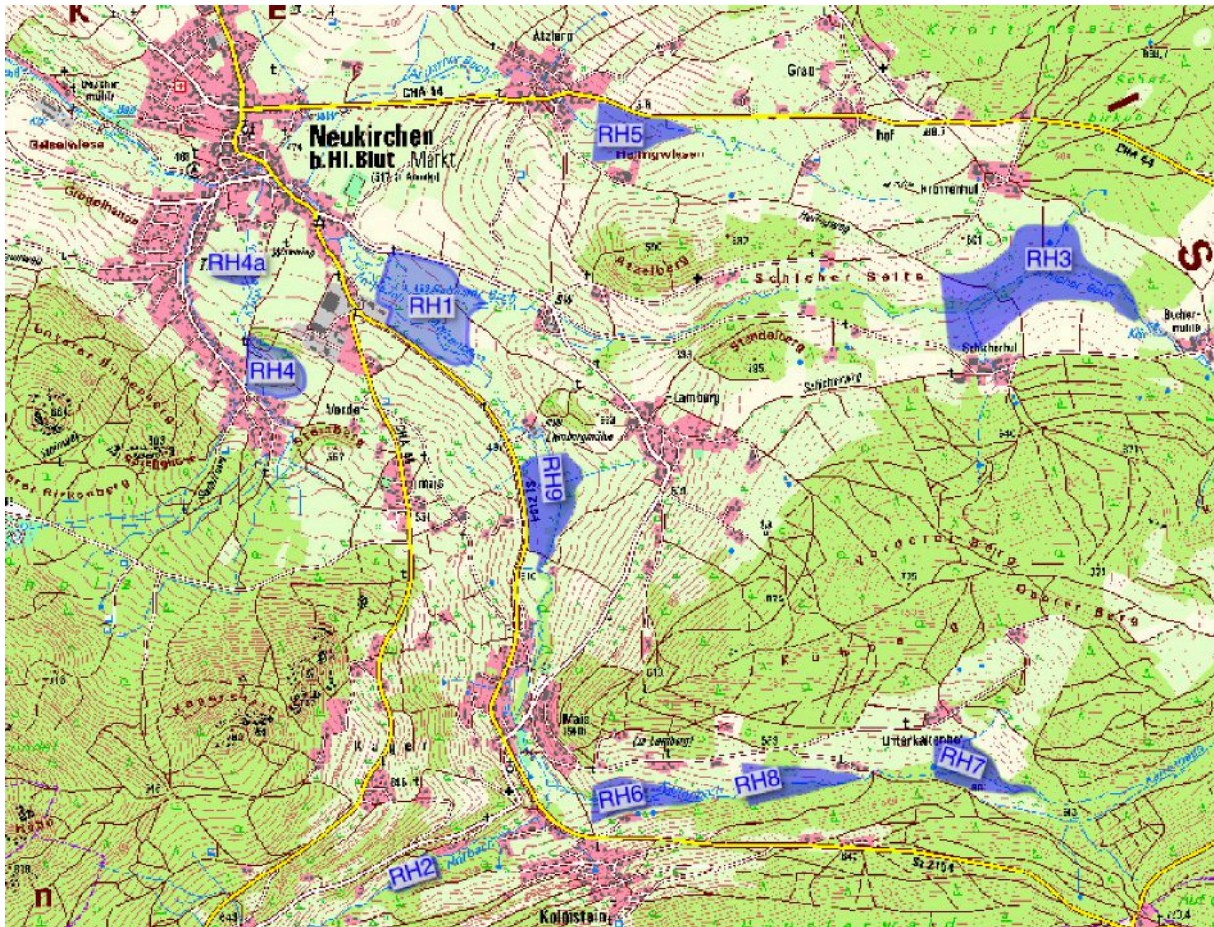
Becken bei Hochwasser



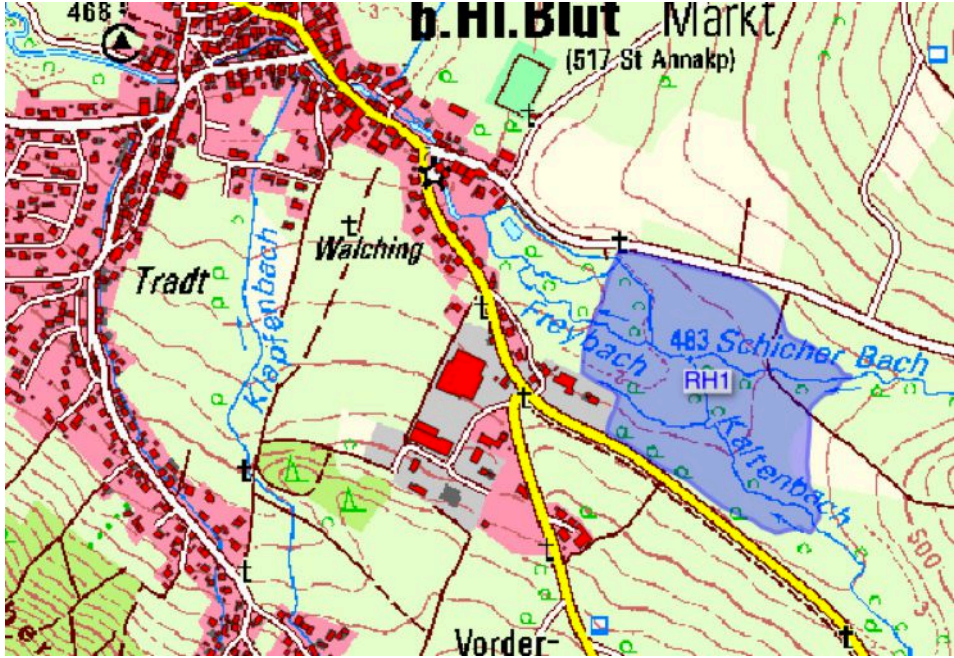
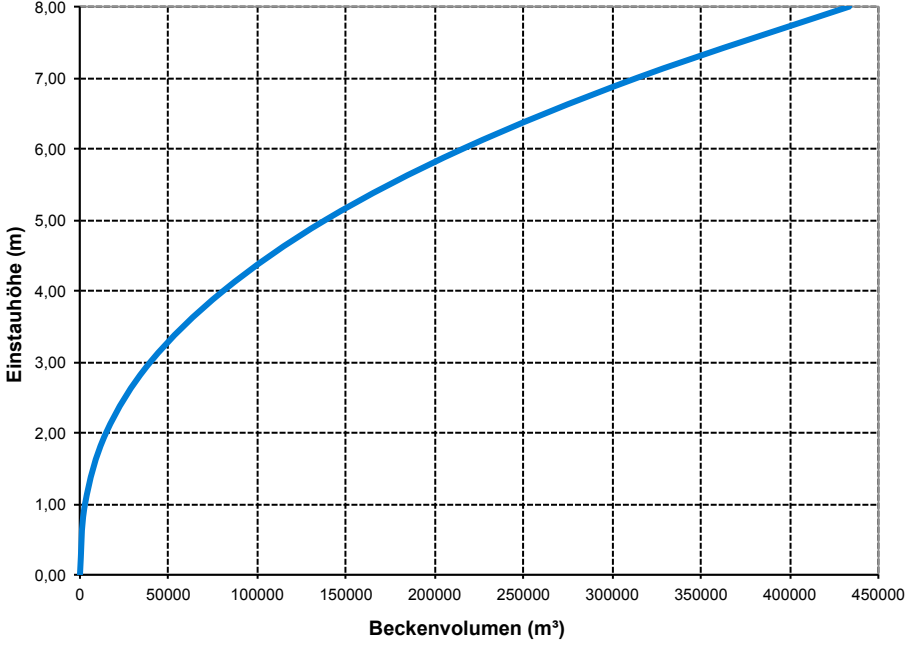
Bewirtschaftung von sog. **Trockenbecken** ohne Dauerstau außerhalb von Hochwasserzeiten möglich

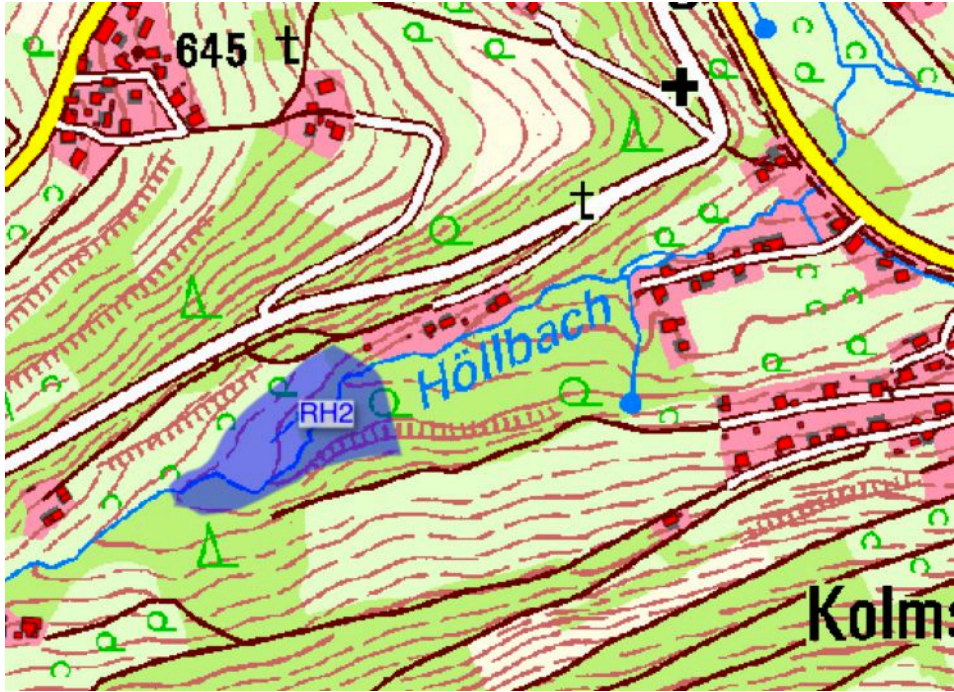
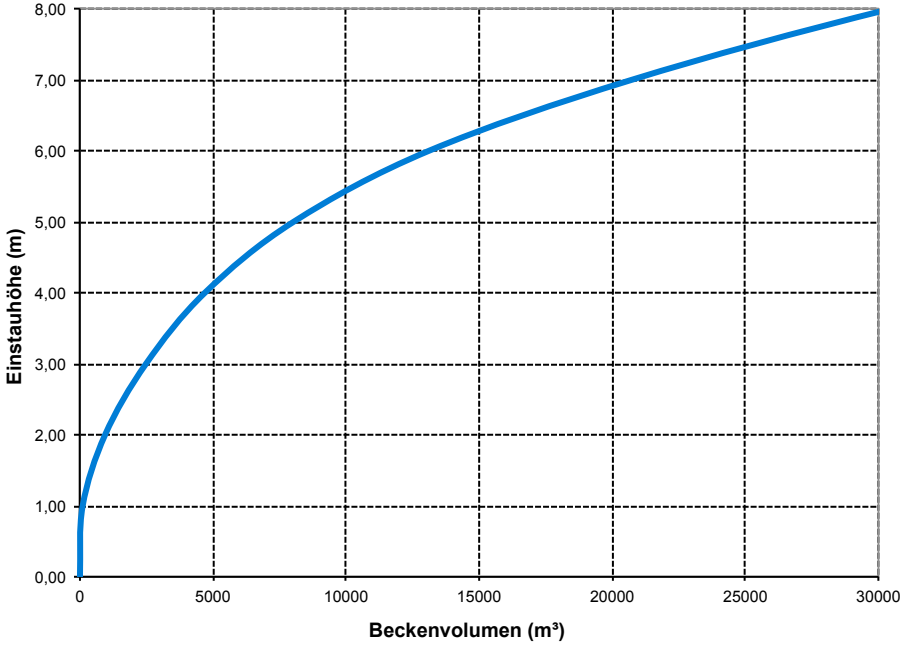
Die Becken sollen ungesteuert betrieben werden. Dadurch kann eine höchstmögliche Betriebssicherheit für die Kommune erreicht werden.

Bei der Analyse des Einzugsgebietes mit mehreren Ortseinsichten konnten folgende Standorte für Hochwasserrückhaltebecken lokalisiert werden, die in den nachfolgenden HRB-Blättern analysiert werden.


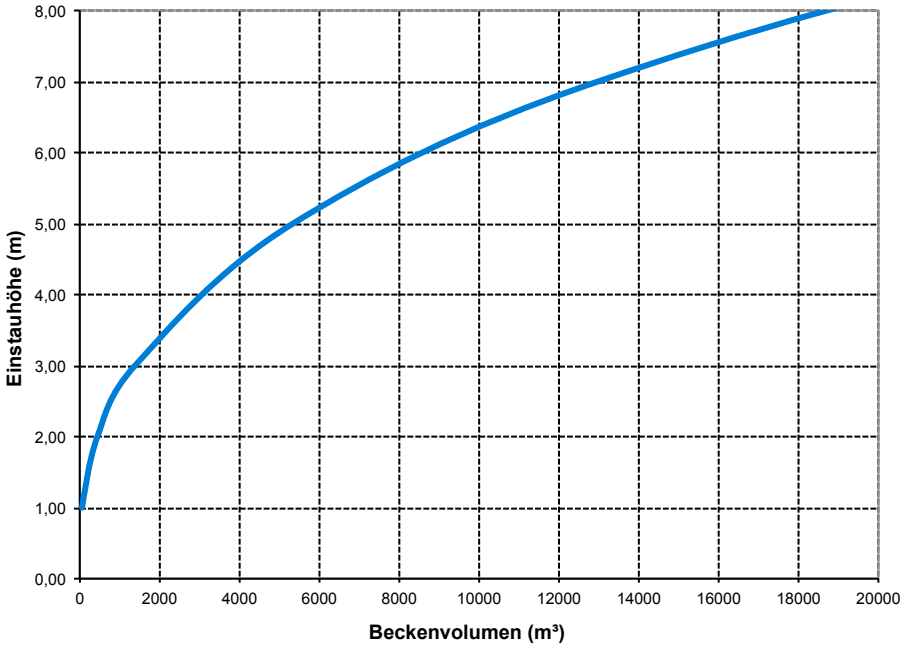


Standorte möglicher Hochwasserrückhaltebecken

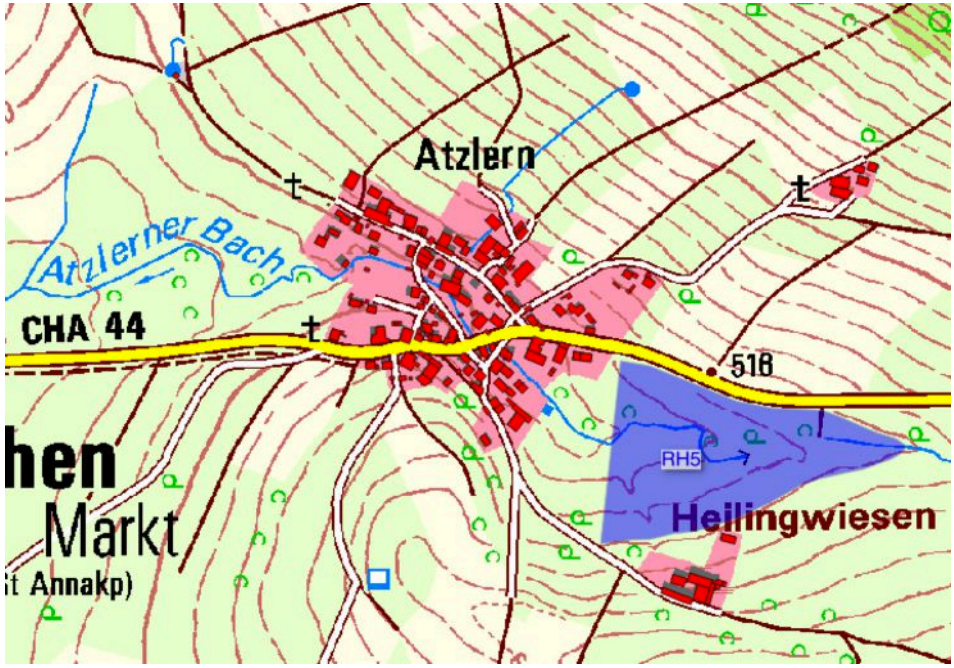
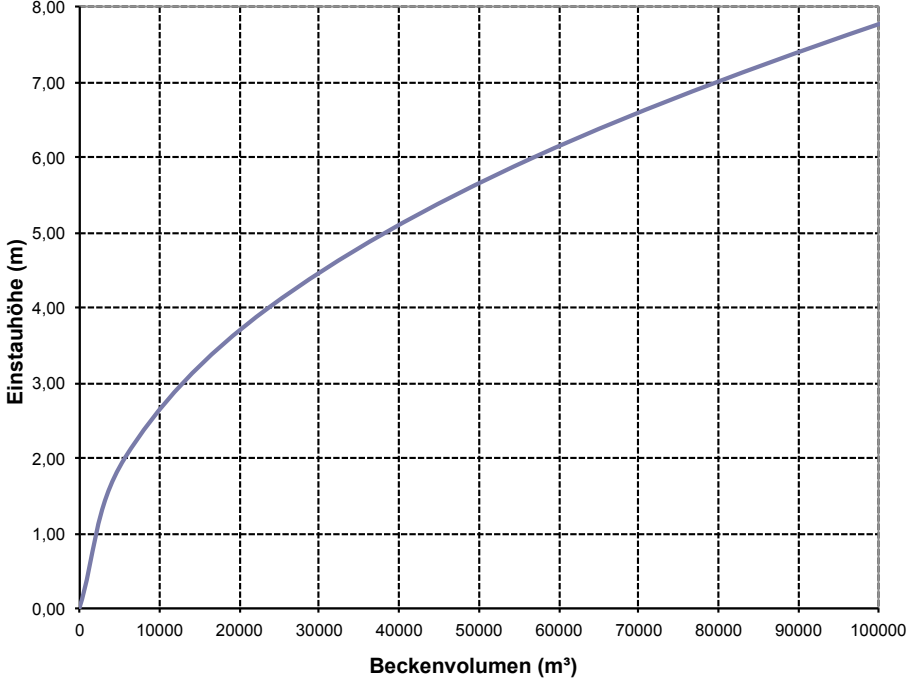
Hochwasserrückhaltebecken RH1																					
Lage	Am Freybach direkt oberstrom des Ortseingangs von Neukirchen b. Hl. Blut.																				
																					
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH1 - Füllkurve</p>  <table border="1"> <caption>Approximate data points from the filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Einstauhöhe (m)</th> <th>Beckenvolumen (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>~10,000</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>~30,000</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>~50,000</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>~80,000</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>~110,000</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>~150,000</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>~210,000</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>~280,000</td></tr> </tbody> </table>	Einstauhöhe (m)	Beckenvolumen (m³)	0.00	0	1.00	~10,000	2.00	~30,000	3.00	~50,000	4.00	~80,000	5.00	~110,000	6.00	~150,000	7.00	~210,000	8.00	~280,000
Einstauhöhe (m)	Beckenvolumen (m³)																				
0.00	0																				
1.00	~10,000																				
2.00	~30,000																				
3.00	~50,000																				
4.00	~80,000																				
5.00	~110,000																				
6.00	~150,000																				
7.00	~210,000																				
8.00	~280,000																				
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 310.000 m³ erreicht. Es ist ein sehr guter Beckenstandort für den Schutz der besiedelten Gebiete von Neukirchen, da er unmittelbar oberstrom der Ortschaft liegt, ein sehr großes Einzugsgebiet beeinflussen kann und ausreichend Rückhalteraum aufweist.</p>																				

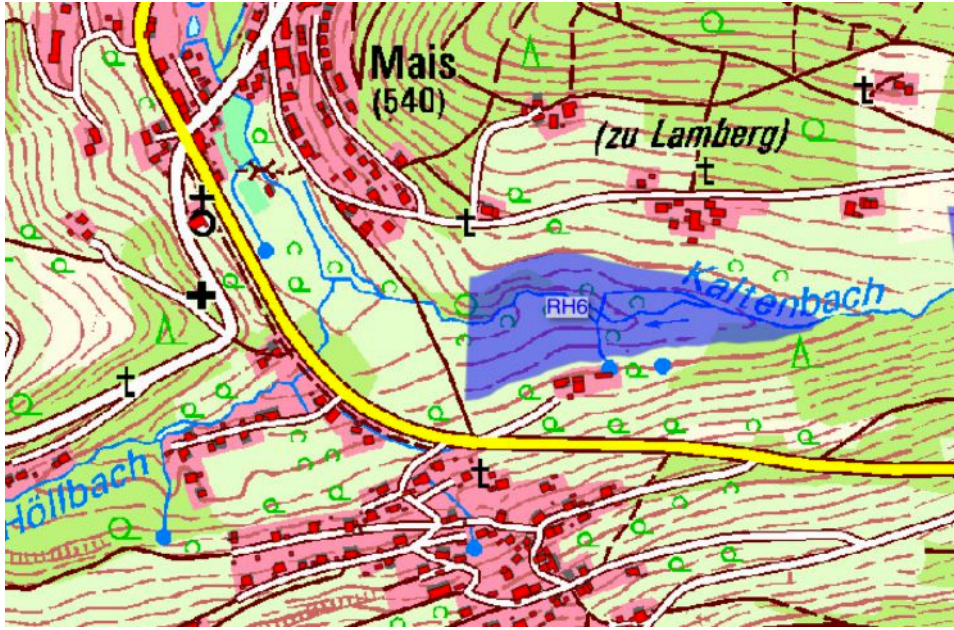
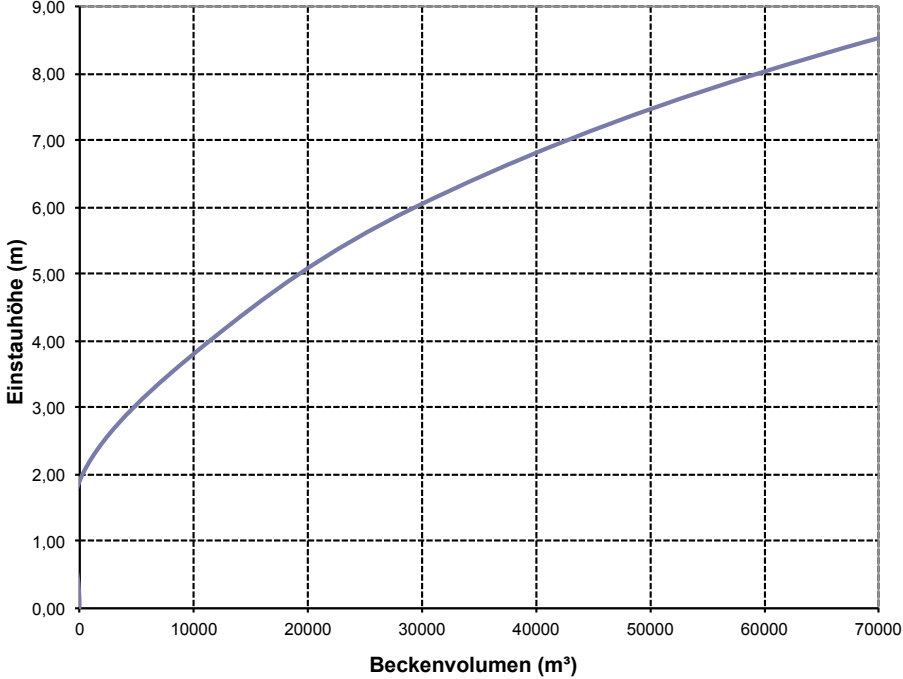
Hochwasserrückhaltebecken RH2																	
Lage	Am Höllbach, oberstrom von Siedlungsgebieten von Kollstein.																
																	
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH2 - Füllkurve</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Approximate data points from the filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>5000</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>10000</td><td>5.50</td></tr> <tr><td>15000</td><td>6.30</td></tr> <tr><td>20000</td><td>7.00</td></tr> <tr><td>25000</td><td>7.50</td></tr> <tr><td>30000</td><td>8.00</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	5000	4.00	10000	5.50	15000	6.30	20000	7.00	25000	7.50	30000	8.00
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																
0	0.00																
5000	4.00																
10000	5.50																
15000	6.30																
20000	7.00																
25000	7.50																
30000	8.00																
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 20.000 m³ erreicht. Der Beckenstandort kann einen guten Schutz von bebauten Gebieten Kollsteins bieten, jedoch ist die Wirkung auf unterliegende Orte sehr begrenzt.</p>																

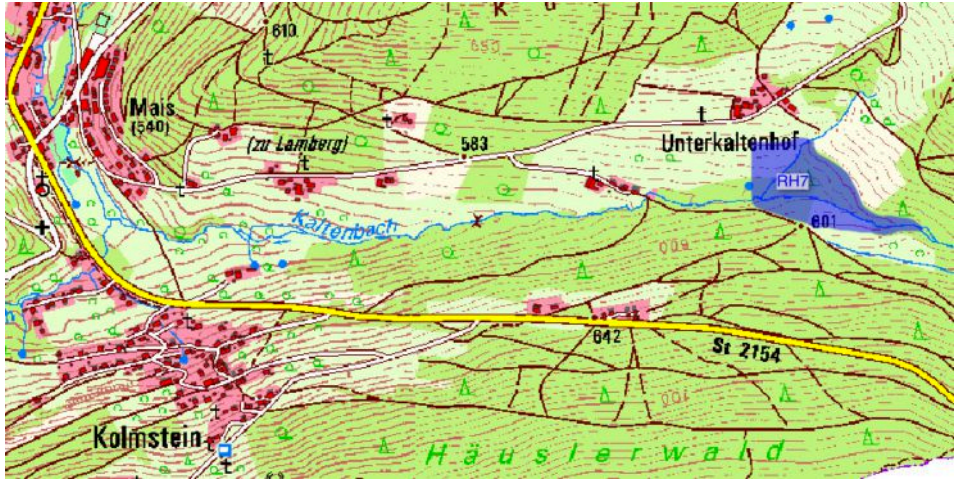
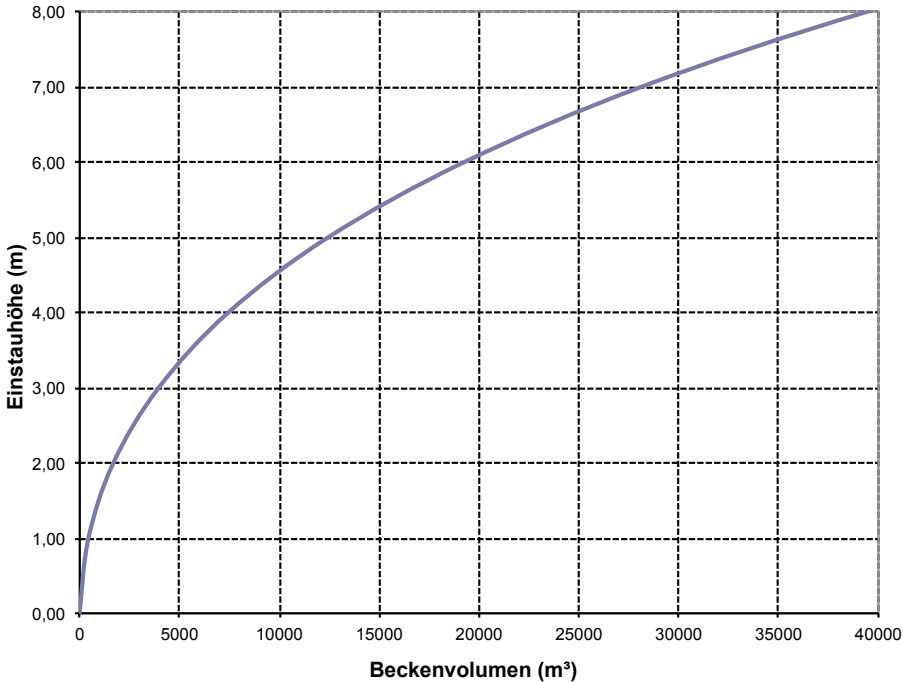
Hochwasserrückhaltebecken RH3																													
Lage	Am Schicherbach, ca. 2,7 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Neukirchen.																												
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH3 - Füllkurve</p> <table border="1"> <caption>Data points for HWR-RH3 - Füllkurve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>10000</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>20000</td><td>3.50</td></tr> <tr><td>30000</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>40000</td><td>5.50</td></tr> <tr><td>50000</td><td>6.00</td></tr> <tr><td>60000</td><td>6.40</td></tr> <tr><td>70000</td><td>6.80</td></tr> <tr><td>80000</td><td>7.10</td></tr> <tr><td>90000</td><td>7.40</td></tr> <tr><td>100000</td><td>7.60</td></tr> <tr><td>110000</td><td>7.80</td></tr> <tr><td>120000</td><td>8.00</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	10000	2.00	20000	3.50	30000	4.80	40000	5.50	50000	6.00	60000	6.40	70000	6.80	80000	7.10	90000	7.40	100000	7.60	110000	7.80	120000	8.00
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																												
0	0.00																												
10000	2.00																												
20000	3.50																												
30000	4.80																												
40000	5.50																												
50000	6.00																												
60000	6.40																												
70000	6.80																												
80000	7.10																												
90000	7.40																												
100000	7.60																												
110000	7.80																												
120000	8.00																												
Analyse	Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 80.000 m ³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Neukirchen ist nur begrenzt, da es relativ weit oberstrom liegt und die Zwischeneinzugsgebiete bis Neukirchen groß sind.																												

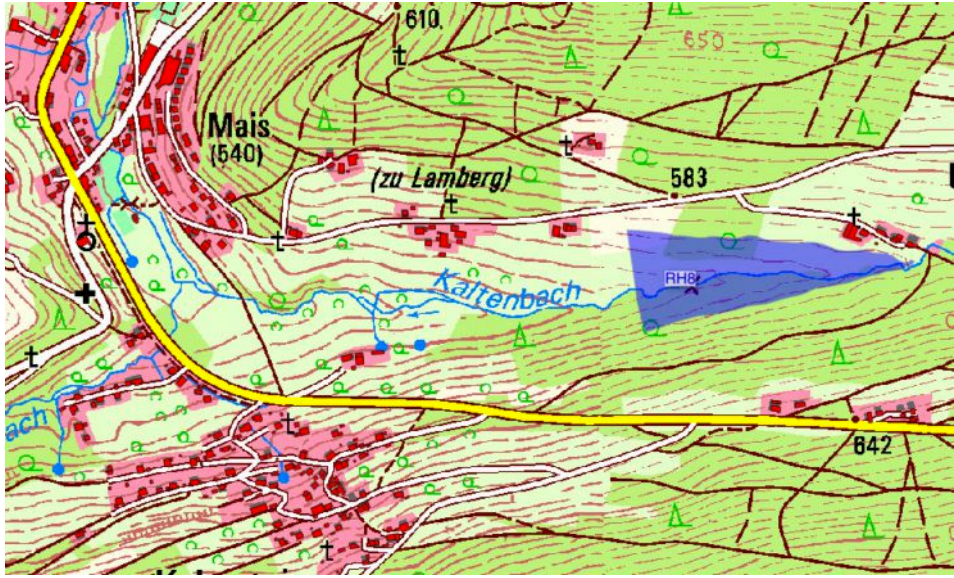
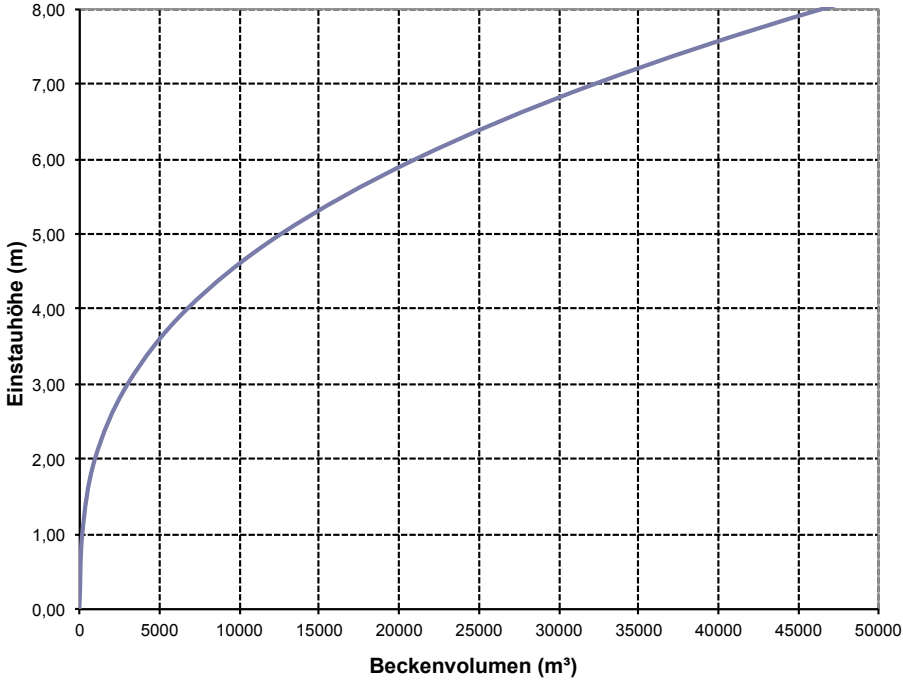
Hochwasserrückhaltebecken RH4																											
Lage	Am Klapfenbach, ca. 0,5 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Neukirchen.																										
																											
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH4 - Füllkurve</p>  <table border="1"> <caption>Approximate data points from the filling curve graph</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1000</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>2000</td><td>3.50</td></tr> <tr><td>4000</td><td>4.50</td></tr> <tr><td>6000</td><td>5.20</td></tr> <tr><td>8000</td><td>5.80</td></tr> <tr><td>10000</td><td>6.30</td></tr> <tr><td>12000</td><td>6.80</td></tr> <tr><td>14000</td><td>7.20</td></tr> <tr><td>16000</td><td>7.60</td></tr> <tr><td>18000</td><td>7.90</td></tr> <tr><td>20000</td><td>8.00</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	1000	2.50	2000	3.50	4000	4.50	6000	5.20	8000	5.80	10000	6.30	12000	6.80	14000	7.20	16000	7.60	18000	7.90	20000	8.00
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																										
0	0.00																										
1000	2.50																										
2000	3.50																										
4000	4.50																										
6000	5.20																										
8000	5.80																										
10000	6.30																										
12000	6.80																										
14000	7.20																										
16000	7.60																										
18000	7.90																										
20000	8.00																										
Analyse	Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 13.000 m ³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Neukirchen ist gut, jedoch kann erst bei großen Einstauhöhen ein ausreichendes Rückhaltevermögen aktiviert werden.																										

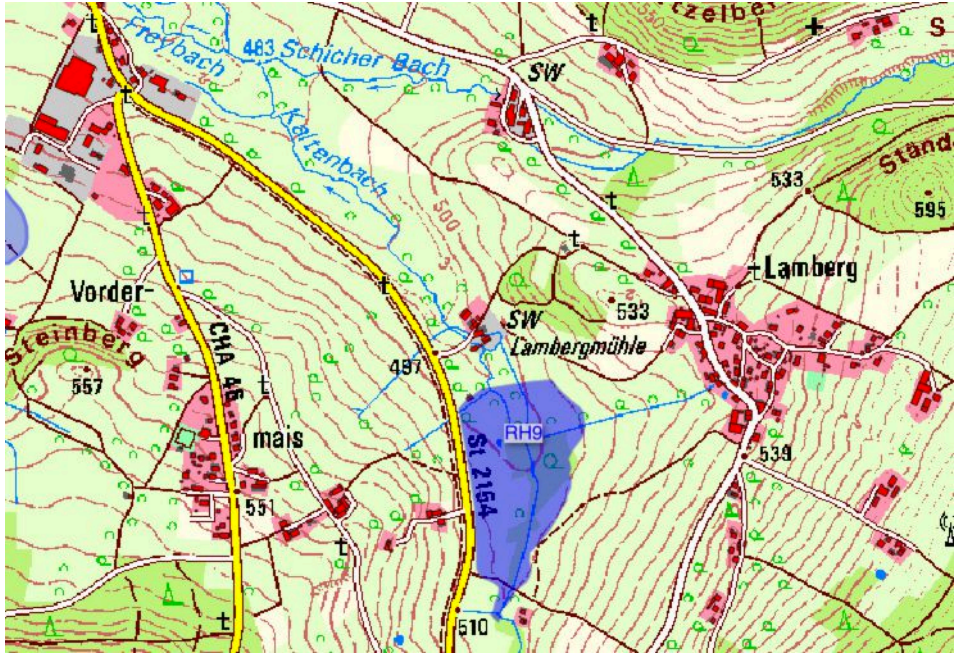
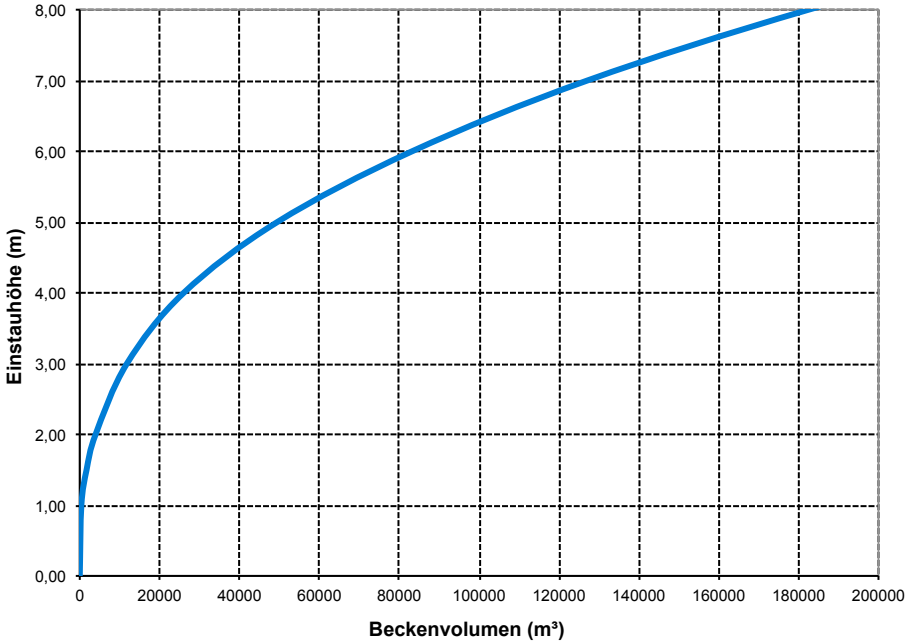
Hochwasserrückhaltebecken RH4a																	
Lage	Am Klapfenbach, ca. 0,2 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Neukirchen.																
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH4a - Füllkurve</p> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>5000</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>10000</td><td>1.50</td></tr> <tr><td>15000</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>20000</td><td>2.30</td></tr> <tr><td>25000</td><td>2.60</td></tr> <tr><td>30000</td><td>2.80</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	5000	1.00	10000	1.50	15000	2.00	20000	2.30	25000	2.60	30000	2.80
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																
0	0.00																
5000	1.00																
10000	1.50																
15000	2.00																
20000	2.30																
25000	2.60																
30000	2.80																
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 2,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 15.000 m³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Neukirchen ist wegen der unmittelbaren Nähe und auch des ausreichenden Rückhalteraaumes sehr gut.</p>																

Hochwasserrückhaltebecken RH5																									
Lage	Am Atzlerner Bach, unmittelbar oberstrom von Siedlungsgebieten von Atzlern.																								
																									
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH5 - Füllkurve</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Approximate data points from the HWR-RH5 filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>10,000</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>20,000</td><td>3.80</td></tr> <tr><td>30,000</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>40,000</td><td>5.50</td></tr> <tr><td>50,000</td><td>6.10</td></tr> <tr><td>60,000</td><td>6.60</td></tr> <tr><td>70,000</td><td>7.00</td></tr> <tr><td>80,000</td><td>7.40</td></tr> <tr><td>90,000</td><td>7.70</td></tr> <tr><td>100,000</td><td>7.80</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	10,000	2.50	20,000	3.80	30,000	4.80	40,000	5.50	50,000	6.10	60,000	6.60	70,000	7.00	80,000	7.40	90,000	7.70	100,000	7.80
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																								
0	0.00																								
10,000	2.50																								
20,000	3.80																								
30,000	4.80																								
40,000	5.50																								
50,000	6.10																								
60,000	6.60																								
70,000	7.00																								
80,000	7.40																								
90,000	7.70																								
100,000	7.80																								
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 80.000 m³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Atzlern ist wegen der unmittelbaren Nähe sehr gut. Auch die Hochwasserwelle aus dem Atzlerner Bach in Neukirchen kann gut gedrosselt werden.</p>																								

Hochwasserrückhaltebecken RH6																			
Lage	Am Kaltenbach, ca. 0,4 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Mais.																		
																			
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH6 - Füllkurve</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Approximate data points from the filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>10000</td><td>3.80</td></tr> <tr><td>20000</td><td>5.20</td></tr> <tr><td>30000</td><td>6.20</td></tr> <tr><td>40000</td><td>7.00</td></tr> <tr><td>50000</td><td>7.60</td></tr> <tr><td>60000</td><td>8.10</td></tr> <tr><td>70000</td><td>8.50</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	10000	3.80	20000	5.20	30000	6.20	40000	7.00	50000	7.60	60000	8.10	70000	8.50
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																		
0	0.00																		
10000	3.80																		
20000	5.20																		
30000	6.20																		
40000	7.00																		
50000	7.60																		
60000	8.10																		
70000	8.50																		
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 42.000 m³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Mais ist wegen der unmittelbaren Nähe sehr gut. Auf Neukirchen jedoch kann das Becken wegen des großen Zwischeneinzugsgebietes keine signifikante Drosselwirkung mehr entfalten.</p>																		

Hochwasserrückhaltebecken RH7																					
Lage	Am Kaltenbach, ca. 1,9 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Mais.																				
																					
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH7 - Füllkurve</p>  <table border="1"> <caption>Approximate data points from the filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>5000</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>10000</td><td>4.50</td></tr> <tr><td>15000</td><td>5.50</td></tr> <tr><td>20000</td><td>6.20</td></tr> <tr><td>25000</td><td>6.80</td></tr> <tr><td>30000</td><td>7.30</td></tr> <tr><td>35000</td><td>7.70</td></tr> <tr><td>40000</td><td>8.00</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	5000	3.00	10000	4.50	15000	5.50	20000	6.20	25000	6.80	30000	7.30	35000	7.70	40000	8.00
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																				
0	0.00																				
5000	3.00																				
10000	4.50																				
15000	5.50																				
20000	6.20																				
25000	6.80																				
30000	7.30																				
35000	7.70																				
40000	8.00																				
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 28.000 m³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Mais kann noch als ausreichend bezeichnet werden. Auf Neukirchen jedoch kann das Becken wegen des großen Zwischeneinzugsgebietes keine signifikante Drosselwirkung mehr entfalten.</p>																				

Hochwasserrückhaltebecken RH8																									
Lage	Am Kaltenbach, ca. 1,0 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Mais.																								
																									
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH8 - Füllkurve</p>  <table border="1"> <caption>Approximate data points from the HWR-RH8 filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>5000</td><td>3.50</td></tr> <tr><td>10000</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>15000</td><td>5.50</td></tr> <tr><td>20000</td><td>6.10</td></tr> <tr><td>25000</td><td>6.60</td></tr> <tr><td>30000</td><td>7.00</td></tr> <tr><td>35000</td><td>7.40</td></tr> <tr><td>40000</td><td>7.70</td></tr> <tr><td>45000</td><td>7.90</td></tr> <tr><td>50000</td><td>8.00</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	5000	3.50	10000	4.80	15000	5.50	20000	6.10	25000	6.60	30000	7.00	35000	7.40	40000	7.70	45000	7.90	50000	8.00
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																								
0	0.00																								
5000	3.50																								
10000	4.80																								
15000	5.50																								
20000	6.10																								
25000	6.60																								
30000	7.00																								
35000	7.40																								
40000	7.70																								
45000	7.90																								
50000	8.00																								
Analyse	<p>Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 32.000 m³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Mais ist als gut zu bezeichnen. Auf Neukirchen jedoch kann das Becken wegen des großen Zwischeneinzugsgebietes keine signifikante Drosselwirkung mehr entfalten.</p>																								

Hochwasserrückhaltebecken RH9																									
Lage	Am Kaltenbach, ca. 1,2 km oberstrom von Siedlungsgebieten von Neukirchen.																								
																									
Füllkurve	<p style="text-align: center;">HWR-RH9 - Füllkurve</p>  <table border="1"> <caption>Approximate data points from the filling curve</caption> <thead> <tr> <th>Beckenvolumen (m³)</th> <th>Einstauhöhe (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>20,000</td><td>3.50</td></tr> <tr><td>40,000</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>60,000</td><td>5.50</td></tr> <tr><td>80,000</td><td>6.00</td></tr> <tr><td>100,000</td><td>6.50</td></tr> <tr><td>120,000</td><td>6.90</td></tr> <tr><td>140,000</td><td>7.20</td></tr> <tr><td>160,000</td><td>7.50</td></tr> <tr><td>180,000</td><td>7.80</td></tr> <tr><td>200,000</td><td>8.00</td></tr> </tbody> </table>	Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)	0	0.00	20,000	3.50	40,000	4.80	60,000	5.50	80,000	6.00	100,000	6.50	120,000	6.90	140,000	7.20	160,000	7.50	180,000	7.80	200,000	8.00
Beckenvolumen (m³)	Einstauhöhe (m)																								
0	0.00																								
20,000	3.50																								
40,000	4.80																								
60,000	5.50																								
80,000	6.00																								
100,000	6.50																								
120,000	6.90																								
140,000	7.20																								
160,000	7.50																								
180,000	7.80																								
200,000	8.00																								
Analyse	Bei einer Einstauhöhe von z. B. 7,0 m wird ein Rückhalteraum von etwa 125.000 m ³ erreicht. Die Wirkung des Beckens auf Siedlungsgebiete von Neukirchen ist aufgrund der Nähe und des guten Rückhaltevermögens als gut zu bezeichnen.																								

8 Hochwasserrückhaltevarianten

In einem ersten Schritt zu einem vollwertigen Hochwasserschutz für Neukirchen b.Hl. Blut sollen Schutzvarianten mit Hochwasserrückhaltebausteinen entwickelt werden. Hierfür werden die bereits vorgestellten Rückhaltestandorte einzeln oder in Kombination aktiviert und ihre Wirkung im Hinblick auf die Ortslagen untersucht.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Kenndaten der angesetzten Rückhaltebecken und ihre Dämpfungswirkung auf die Scheitelabflüsse in den Ortslagen laut dem hydrologischen Modell, sowie die entsprechende Überflutungssituation anhand der Berechnungen mit Hilfe des Strömungsmodells. Maßgebend für die Beurteilung der Schutzwirkung ist dabei jeweils der 100jährige Abfluss zuzüglich 15% Klimazuschlag.

8.1 Rückhaltevariante V1

Hochwasserrückhaltevariante V1	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH1 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 428.000 m³ • Einstauhöhe 8,0 m
	<p>The map displays the geographical layout of Neukirchen b.Hl. Blut, including the town center, surrounding fields, and various retention basins (RH1 to RH5) and retention points (N1 to N19). Basin RH1 is specifically highlighted with a red circle, indicating its location in the central-eastern part of the town near the church area.</p>

Markt Neukirchen beim Heiligen Blut – Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept

Wirkung auf das HQ100+15%

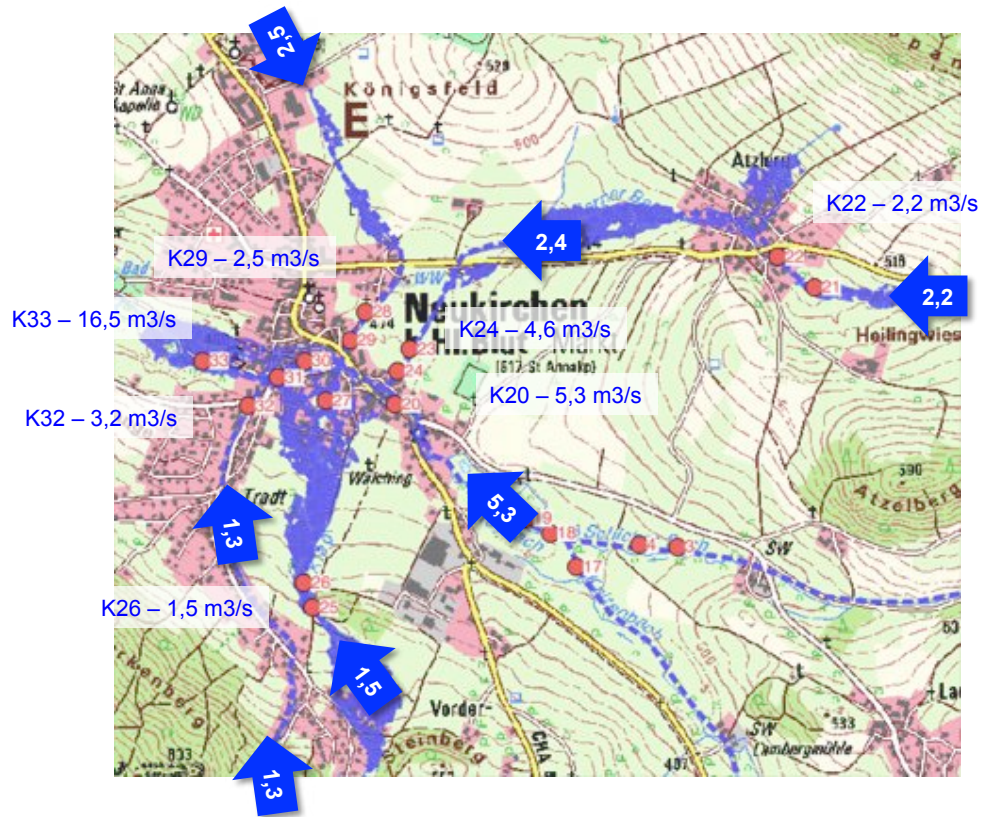
Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortseende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 47% gegenüber dem Istzustand.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ115-V1			
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm²)	Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
1	N3		6,7		6,7		100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		6,7		100%
3	N16		8,3		8,3		100%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		8,3		100%
5	N7		3,7		3,7		100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		3,7		100%
7	N8		4,6		4,6		100%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		4,6		100%
9	N6		5,8		5,8		100%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		5,8		100%
11	N2		2,2		2,2		100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		2,2		100%
13	N9		2,9		2,9		100%
14	K10+K13	Mais	8,6		8,6		100%
15	N1		12,8		12,8		100%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		12,8		100%
17	N12		14,3		14,3		100%
18	K4+K17		21,8	RH1	21,8	428	100%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		5,0		23%
20	N17	Neukirchen	22,9		5,3		23%
21	N5		2,2		2,2		100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		2,2		100%
23	N11		4,6		4,6		100%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		4,6		100%
25	N4		1,5		1,5		100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		1,5		100%
27	N14	Neukirchen	1,7		1,7		100%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		13,2		42%
31	N15	Neukirchen	31,6		13,4		42%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		16,5		47%
						428	

Ergebnisse der Strömungsrechnungen

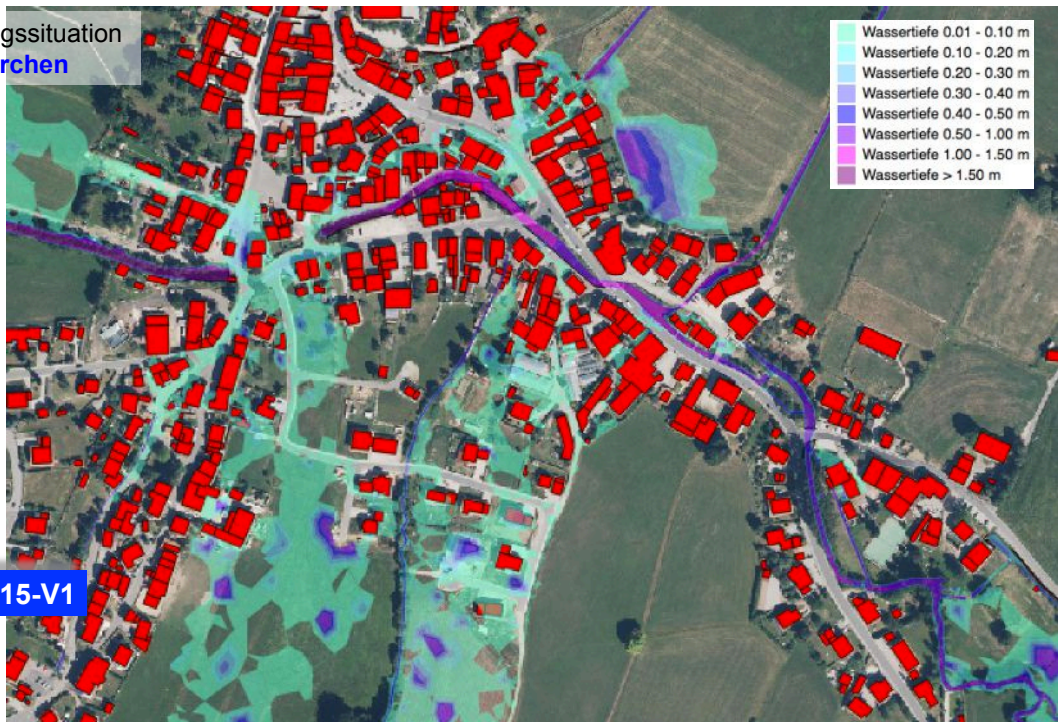
V1-HQ100+15% - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen

➤ HWR RH1



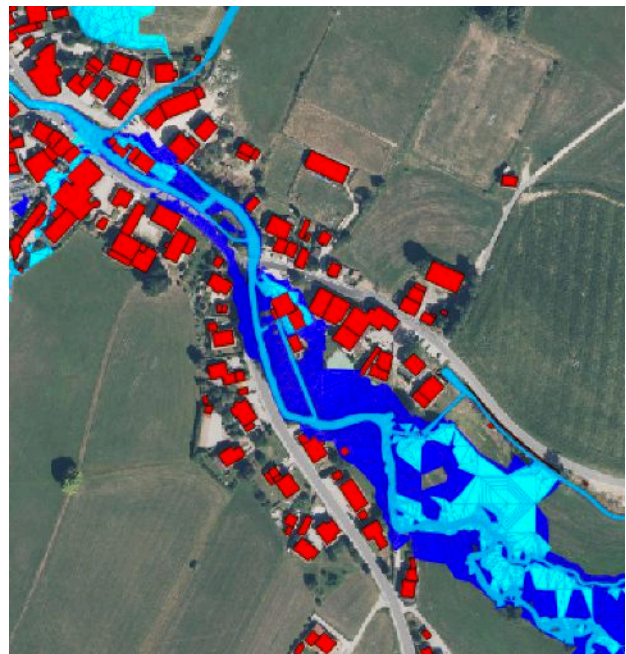
Strömungsberechnungen für V1-HQ115

- Strömungssituation in **Neukirchen**



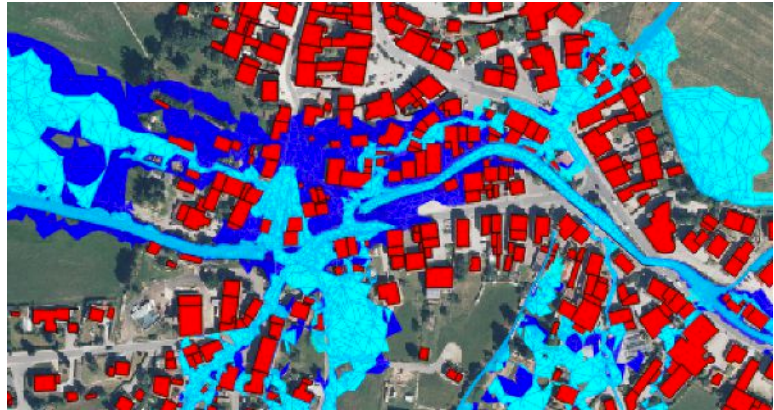
Strömungsberechnungen für V1-HQ115

- Strömungssituation in **Neukirchen** – Vergleich **V1** zu **Ist**



Strömungsberechnungen für V1-HQ115

- Strömungssituation in Neukirchen – Vergleich V1 zu Ist



HQ115-V1

Bewertung der Variante

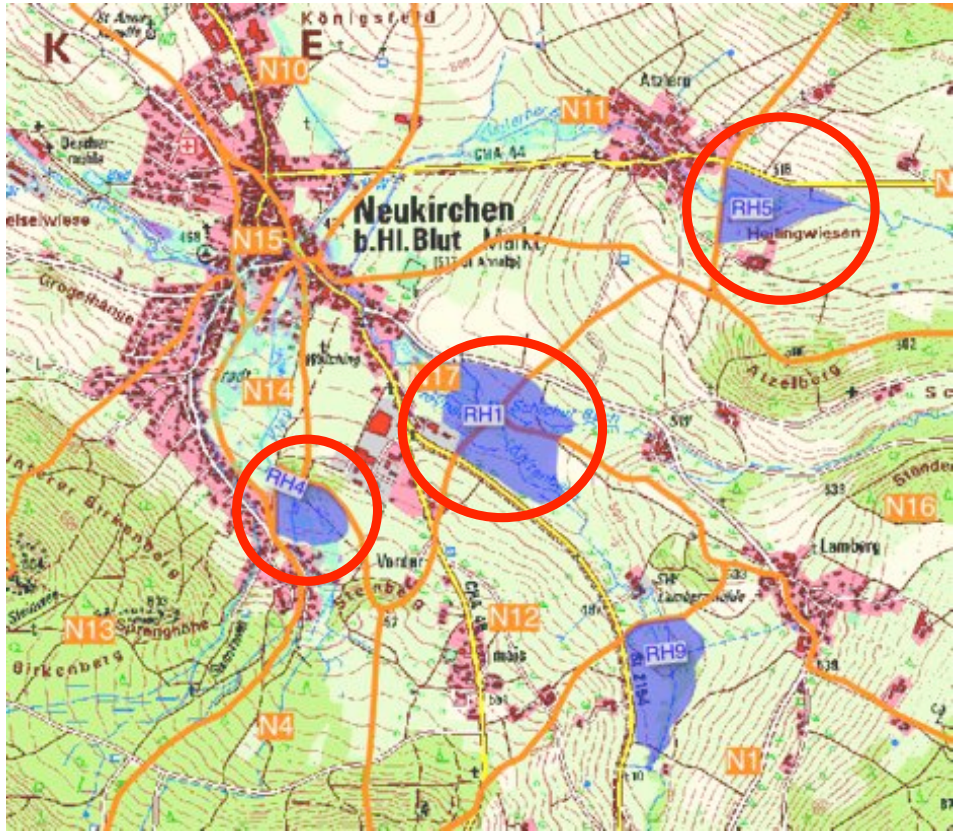
Die Variante bringt für Neukirchen am Ortseingang des Freybaches eine sehr gute Scheitelreduzierung, die sich bis zum Ortsausgang durchzieht - hydrologische Ergebnisse für die Knoten K20 und K33.

Die Strömungsberechnungen zeigen ebenfalls eine deutliche Verringerung der Überflutungsflächen und Überflutungshöhen im Ortsbereich von Neukirchen.

Es ist jedoch auch erkennbar, dass weiterhin bebaute Flächen bei HQ100 überflutet werden.

Diese Variante liefert **keinen ausreichenden HQ100-Schutz** für die Siedlungsgebiete von Neukirchen.

8.2 Rückhaltevariante V2

Hochwasserrückhaltevariante V2	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH1 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 428.000 m³ • Einstauhöhe 8,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH4 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 11.000 m³ • Einstauhöhe 6,5 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH5 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 58.000 m³ • Einstauhöhe 6,0 m
	 <p>The image is a topographic map of the area around Neukirchen b. Hl. Blut. It shows various geographical features, including roads, rivers, and contour lines. Three specific retention basins are highlighted with red circles: RH1 (a large central basin), RH4 (a smaller basin to the west), and RH5 (a basin to the east near Heiligwiesen). The map also shows several orange-coded areas labeled N1 through N16, likely representing different planning zones or catchment areas.</p>

Markt Neukirchen beim Heiligen Blut – Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept

Wirkung auf das HQ100+15%

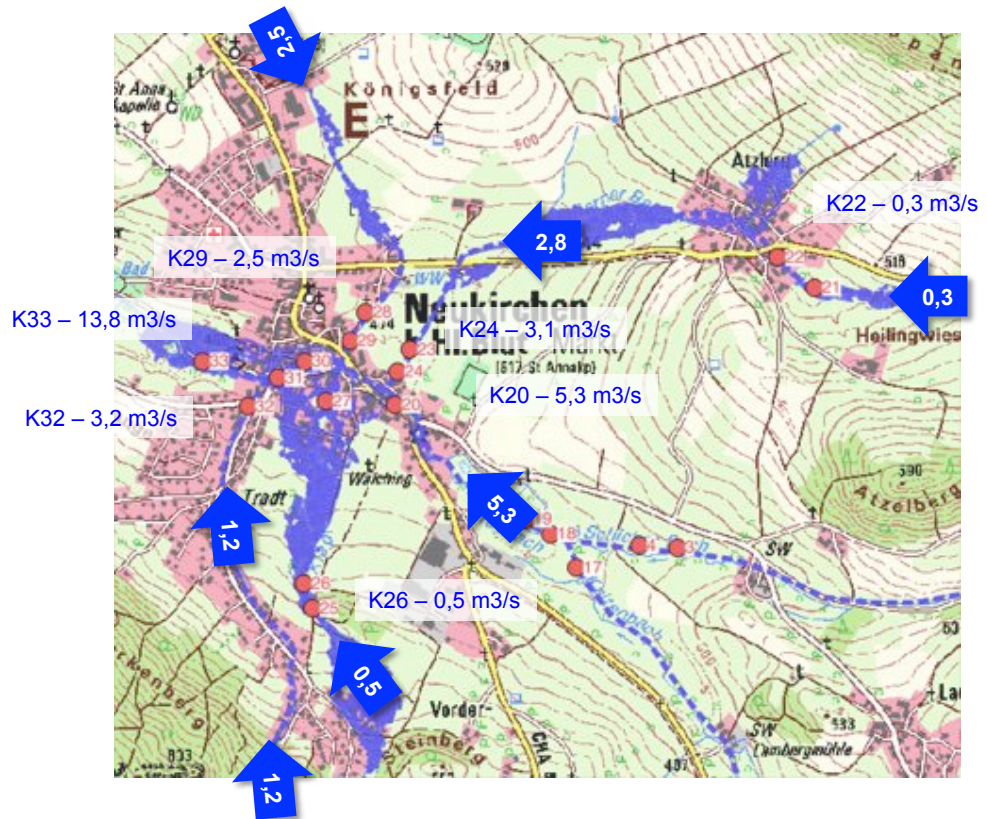
Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortsende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 40% gegenüber dem Istzustand.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ115-V2			
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm³)	Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
1	N3		6,7		6,7		100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		6,7		100%
3	N16		8,3		8,3		100%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		8,3		100%
5	N7		3,7		3,7		100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		3,7		100%
7	N8		4,6		4,6		100%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		4,6		100%
9	N6		5,8		5,8		100%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		5,8		100%
11	N2		2,2		2,2		100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		2,2		100%
13	N9		2,9		2,9		100%
14	K10+K13	Mais	8,6		8,6		100%
15	N1		12,8		12,8		100%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		12,8		100%
17	N12		14,3		14,3		100%
18	K4+K17		21,8	RH1	21,8	428	100%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		5,0		23%
20	N17	Neukirchen	22,9		5,3		23%
21	N5		2,2	RH5	2,2	58	100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		0,3		14%
23	N11		4,6		3,1		67%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		3,1		67%
25	N4		1,5	RH4	1,5	11	100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		0,5		33%
27	N14	Neukirchen	1,7		0,8		47%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		10,7		34%
31	N15	Neukirchen	31,6		10,9		34%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		13,8		40%
						497	

Ergebnisse der Strömungsrechnungen

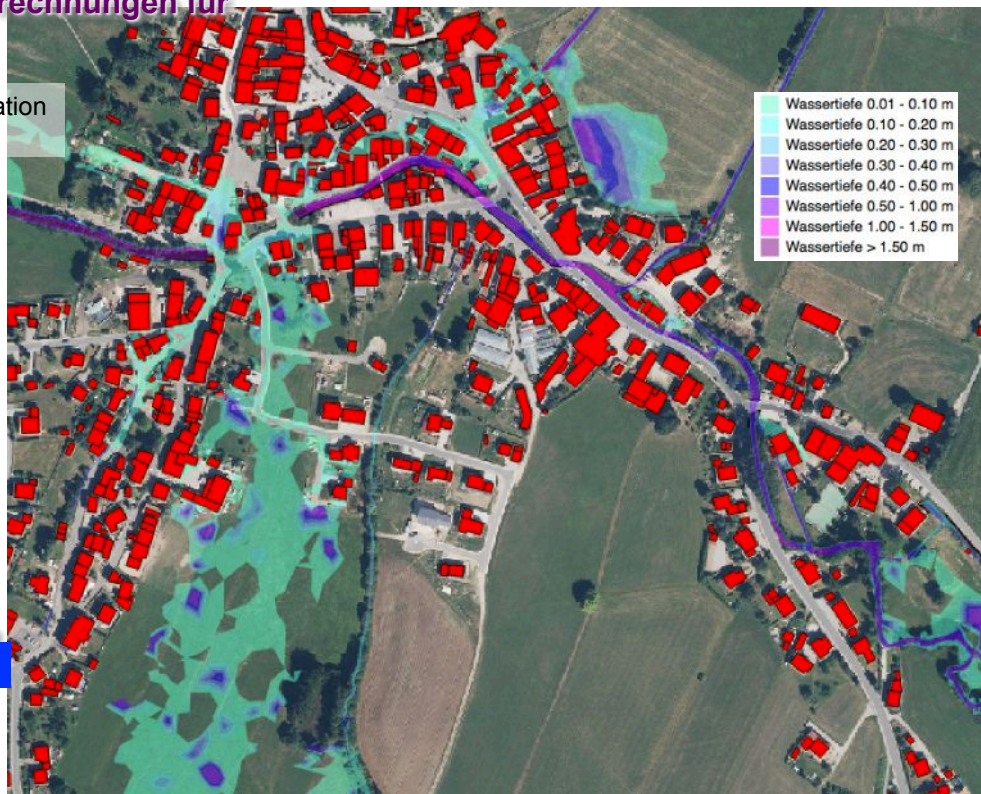
V2-HQ100+15% - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen

- HWR RH1
- HWR RH4
- HWR RH5



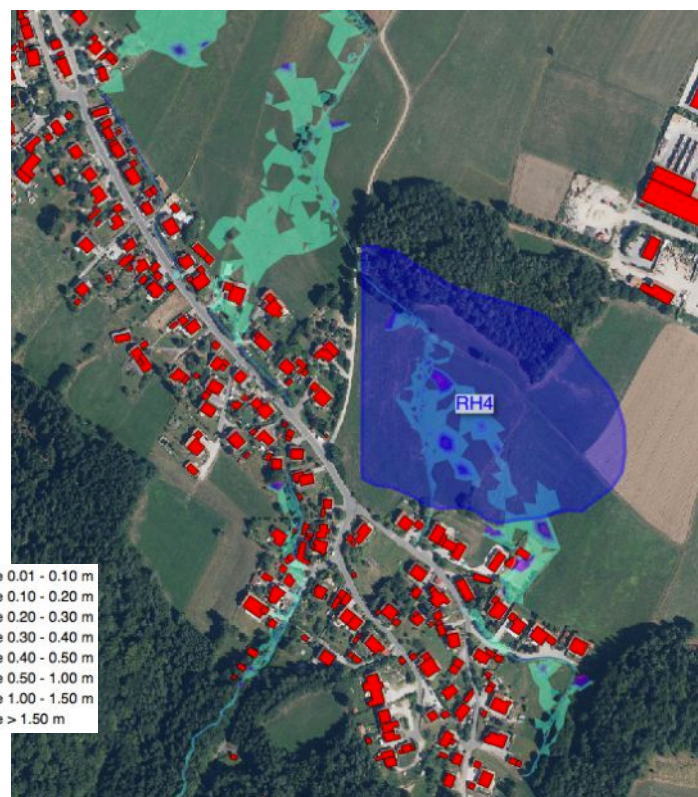
Strömungsberechnungen für V2-HQ115

- Strömungssituation in Neukirchen



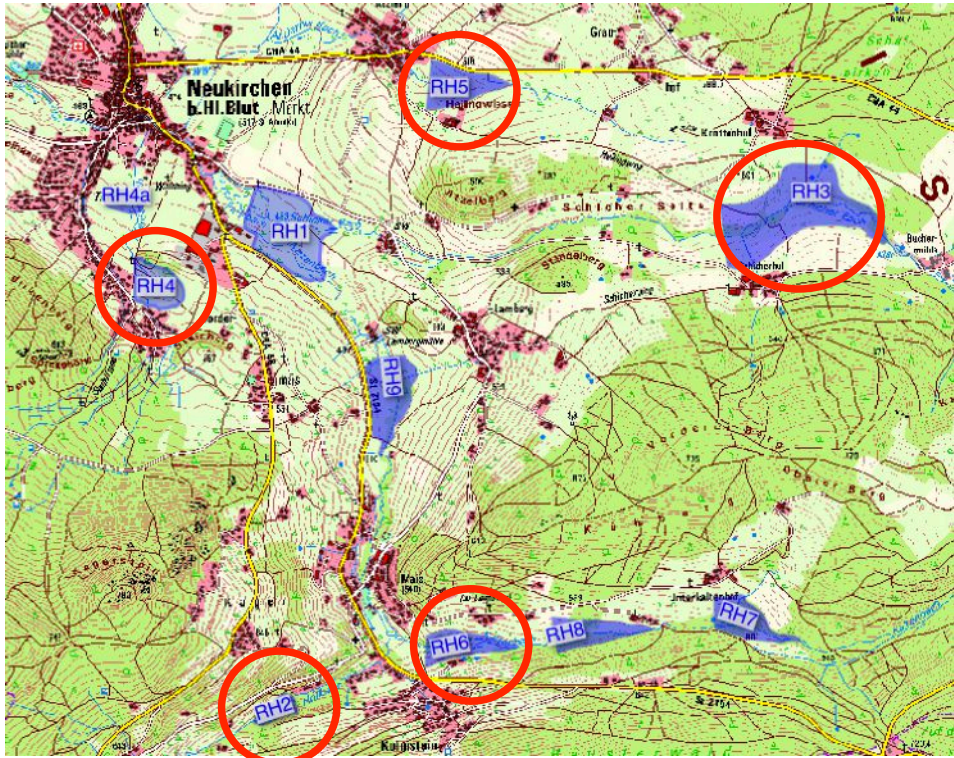
Strömungsberechnungen für V2-HQ115

- Strömungssituation am Klapfenbach



<p>Bewertung der Variante</p>	<p>Die Variante bringt für Neukirchen am Ortseingang des Freybaches eine sehr gute Scheitelreduzierung, die sich bis zum Ortsausgang durchzieht - hydrologische Ergebnisse für die Knoten K20 und K33.</p> <p>Die Strömungsberechnungen zeigen ebenfalls eine deutliche Verringerung der Überflutungsflächen und Überflutungshöhen im Ortsbereich von Neukirchen.</p> <p>Es ist jedoch auch erkennbar, dass weiterhin bebaute Flächen bei HQ100 überflutet werden.</p> <p>Diese Variante liefert keinen ausreichenden HQ100-Schutz für die Siedlungsgebiete von Neukirchen.</p>
-------------------------------	--

8.3 Rückhaltevariante V3

Hochwasserrückhaltevariante V3	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH3 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 96.000 m³ • Einstauhöhe 7,4 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH6 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 56.000 m³ • Einstauhöhe 7,8 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH2 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 20.000 m³ • Einstauhöhe 7,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH5 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 58.000 m³ • Einstauhöhe 6,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH4 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 11.000 m³ • Einstauhöhe 6,5 m
	

Markt Neukirchen beim Heiligen Blut – Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept

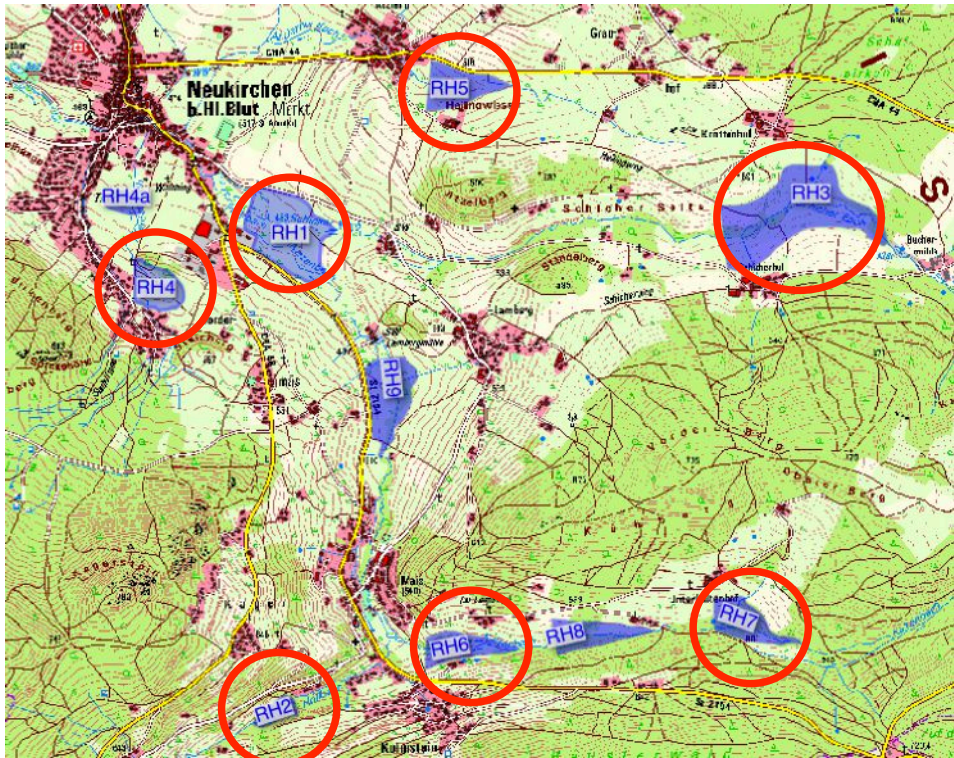
Wirkung auf das HQ100+15%

Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortseende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 72% gegenüber dem Istzustand. Für Mais ist eine Scheitelreduzierung auf 35% und für Atzlern auf 14% festzustellen.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ115-V3			Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm³)	
1	N3		6,7	RH3	6,7	96	100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		2,0		30%
3	N16		8,3		4,6		55%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		4,6		55%
5	N7		3,7		3,7		100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		3,7		100%
7	N8		4,6		4,6		100%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		4,6		100%
9	N6		5,8	RH6	5,8	56	100%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		2,1		36%
11	N2		2,2	RH2	2,2	20	100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		0,7		32%
13	N9		2,9		1,8		62%
14	K10+K13	Mais	8,6		3,0		35%
15	N1		12,8		8,3		65%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		8,3		65%
17	N12		14,3		10,0		70%
18	K4+K17		21,8		14,3		65%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		14,3		65%
20	N17	Neukirchen	22,9		16,0		70%
21	N5		2,2	RH5	2,2	58	100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		0,3		14%
23	N11		4,6		3,1		67%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		3,1		67%
25	N4		1,5	RH4	1,5	11	100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		0,5		33%
27	N14	Neukirchen	1,7		0,8		47%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		21,9		69%
31	N15	Neukirchen	31,6		22,0		70%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		25,0		72%
						241	

Bewertung der Variante	<p>Die Variante bringt für Neukirchen am Ortseingang des Freybaches eine gute Scheitelreduzierung, die sich bis zum Ortsausgang durchzieht - hydrologische Ergebnisse für die Knoten K20 und K33. Die Scheitelreduzierung ist jedoch geringer als bei den vorangegangenen Varianten V1 und V2.</p> <p>Die Strömungsberechnungen zeigen ebenfalls eine Verringerung der Überflutungsflächen und Überflutungshöhen im Ortsbereich von Neukirchen.</p> <p>Es ist jedoch auch erkennbar, dass weiterhin bebaute Flächen bei HQ100 überflutet werden.</p> <p>Diese Variante liefert keinen ausreichenden HQ100-Schutz für die Siedlungsgebiete von Neukirchen.</p>
------------------------	--

8.4 Rückhaltevariante V4

Hochwasserrückhaltevariante V4	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH3 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 96.000 m³ • Einstauhöhe 7,4 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH7 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 19.000 m³ • Einstauhöhe 6,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH6 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 49.000 m³ • Einstauhöhe 7,4 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH2 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 20.000 m³ • Einstauhöhe 7,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH5 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 58.000 m³ • Einstauhöhe 6,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH1 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 294.000 m³ • Einstauhöhe 6,9 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH4 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 11.000 m³ • Einstauhöhe 6,5 m
	

Wirkung auf das HQ100+15%

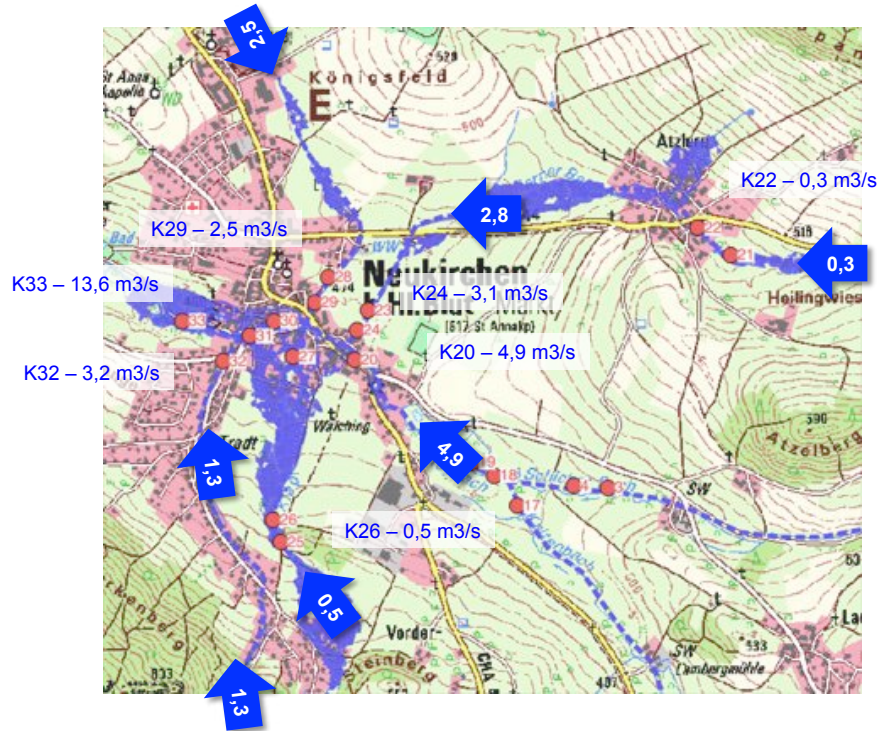
Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortsende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 39% gegenüber dem Istzustand. Für Mais ist eine Scheitelreduzierung auf 35% und für Atzlern auf 14% festzustellen.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ115-V4			Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm³)	
1	N3		6,7	RH3	6,7	96	100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		2,0		30%
3	N16		8,3		4,6		55%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		4,6		55%
5	N7		3,7	RH7	3,7	19	100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		1,8		49%
7	N8		4,6		3,0		65%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		3,0		65%
9	N6		5,8	RH6	4,7	49	81%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		2,0		34%
11	N2		2,2	RH2	2,2	20	100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		0,7		32%
13	N9		2,9		1,8		62%
14	K10+K13	Mais	8,6		3,0		35%
15	N1		12,8		8,3		65%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		8,3		65%
17	N12		14,3		10,0		70%
18	K4+K17		21,8	RH1	14,3	294	66%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		4,6		21%
20	N17	Neukirchen	22,9		4,9		21%
21	N5		2,2	RH5	2,2	58	100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		0,3		14%
23	N11		4,6		3,1		67%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		3,1		67%
25	N4		1,5	RH4	1,5	11	100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		0,5		33%
27	N14	Neukirchen	1,7		0,8		47%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		10,6		34%
31	N15	Neukirchen	31,6		10,8		34%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		13,6		39%
						547	

Ergebnisse der Strömungsbe-
rechnungen

V4-HQ100+15% - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen

- HWR RH3
- HWR RH7
- HWR RH6
- HWR RH2
- HWR RH1
- HWR RH5
- HWR RH4



Strömungsberechnungen für V4-HQ115

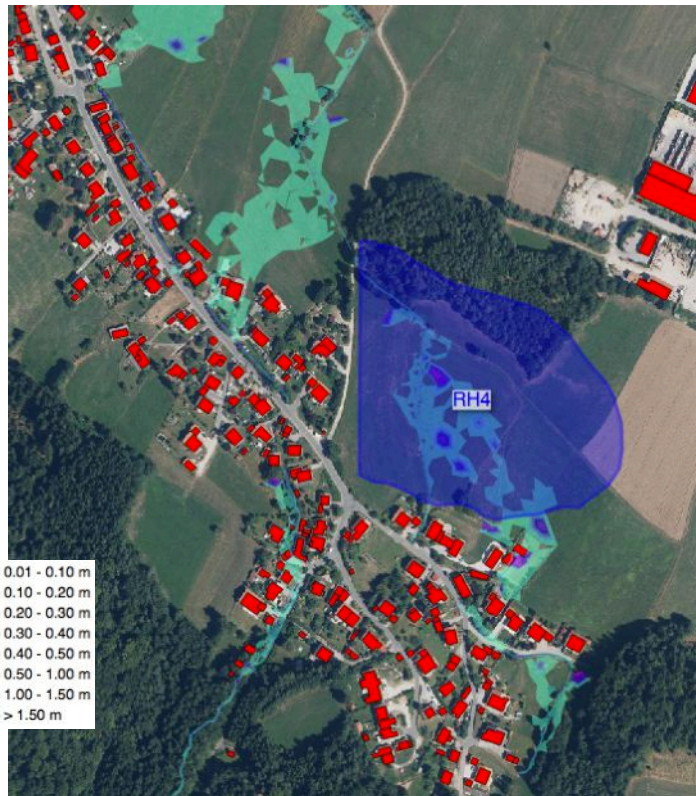
- Strömungssituation
in Neukirchen



Strömungsberechnungen für V4-HQ115

- Strömungssituation am Klaffenbach

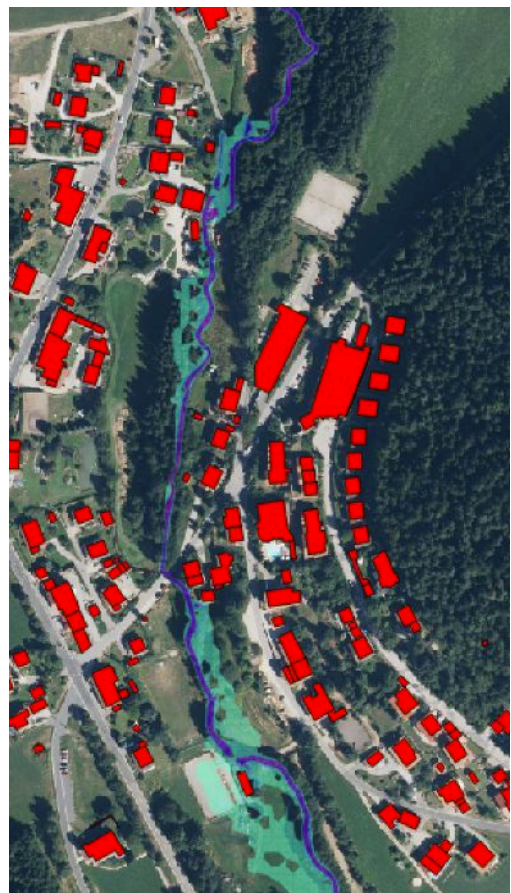
HQ115-V4



Strömungsberechnungen für V4-HQ115

- Strömungssituation in Mais

HQ115-V4



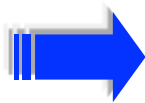
Bewertung der Variante	<p>Die Variante bringt für Neukirchen am Ortseingang des Freybaches eine sehr gute Scheitelreduzierung, die sich bis zum Ortsausgang durchzieht - hydrologische Ergebnisse für die Knoten K20 und K33.</p> <p>Auch für die Orte Atzlern und Mais ist eine sehr gute Reduzierung der Hochwasserscheitel festzustellen.</p> <p>Die Strömungsberechnungen zeigen ebenfalls eine deutliche Verringerung der Überflutungsflächen und Überflutungshöhen im Ortsbereich von Neukirchen.</p> <p>Es ist jedoch auch erkennbar, dass weiterhin bebaute Flächen bei HQ100 überflutet werden.</p> <p>Diese Variante liefert keinen ausreichenden HQ100-Schutz für die Siedlungsgebiete von Neukirchen.</p>
------------------------	---

8.5 Fazit Hochwasserrückhaltevarianten

Die entwickelten Hochwasserrückhaltevarianten lassen folgenden Schluss zu:



Die **Rückhaltungen** in den Einzugsgebieten bringen eine **enorme Dämpfung der Hochwasserwellen** in Neukirchen.



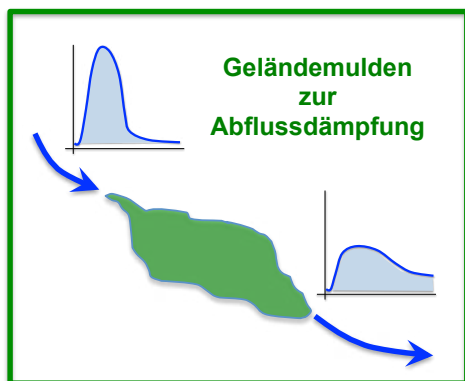
Ein **ausreichender Hochwasserschutz** für alle Siedlungsgebiete ist jedoch mit **Rückhaltungen alleine nicht zu erreichen**.

9 Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet

In einem zweiten Schritt soll versucht werden, mit einer Kombination von zwei Bausteinen im Einzugsbereich von Ortslagen den Oberflächenabfluss zu dämpfen und gleichzeitig so zu lenken, dass Hochwasserbrennpunkte entlastet werden.

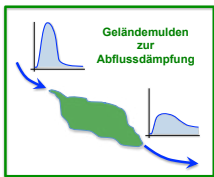


- Der Oberflächenabfluss zu den Gewässern wird mit Hilfe von **Geländemodellierungen** gelenkt und damit Hochwasserbrennpunkte entlastet. Die Geländemodellierungen sind etwa 0,8 bis 1,0 m hoch und können zur Stabilisierung und Eingrünung mit standortgerechten Gehölzen bepflanzt werden (Anlehnung an Feldraine).

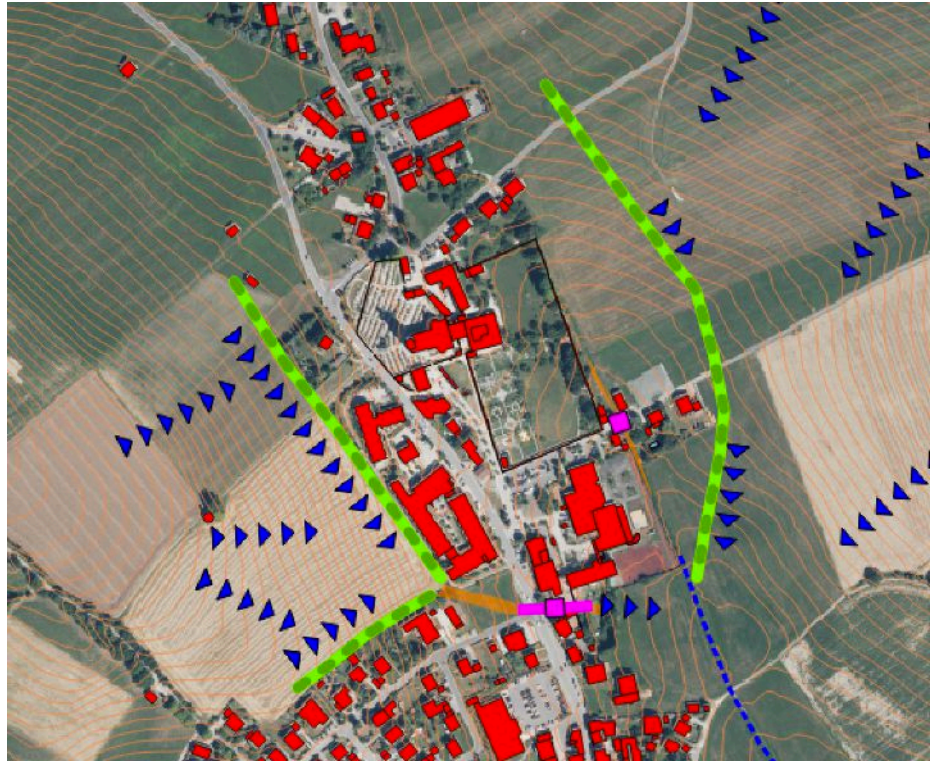


- Durch angelegte **Mulden** wird der Oberflächenabfluss gedämpft. Dies trägt zur Reduzierung der Hochwasserscheitel in den Gewässern bei. Die Mulden werden entlang der Geländemodellierungen angelegt mit einer durchschnittlichen Tiefe von 0,5 m.

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Kloster



Kloster



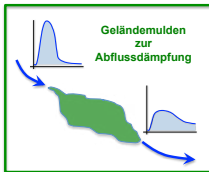
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 510 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Westen: 510 m
- Flutmulde, ca. 0,5 m tief: 700 m²
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 50 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Atzlern

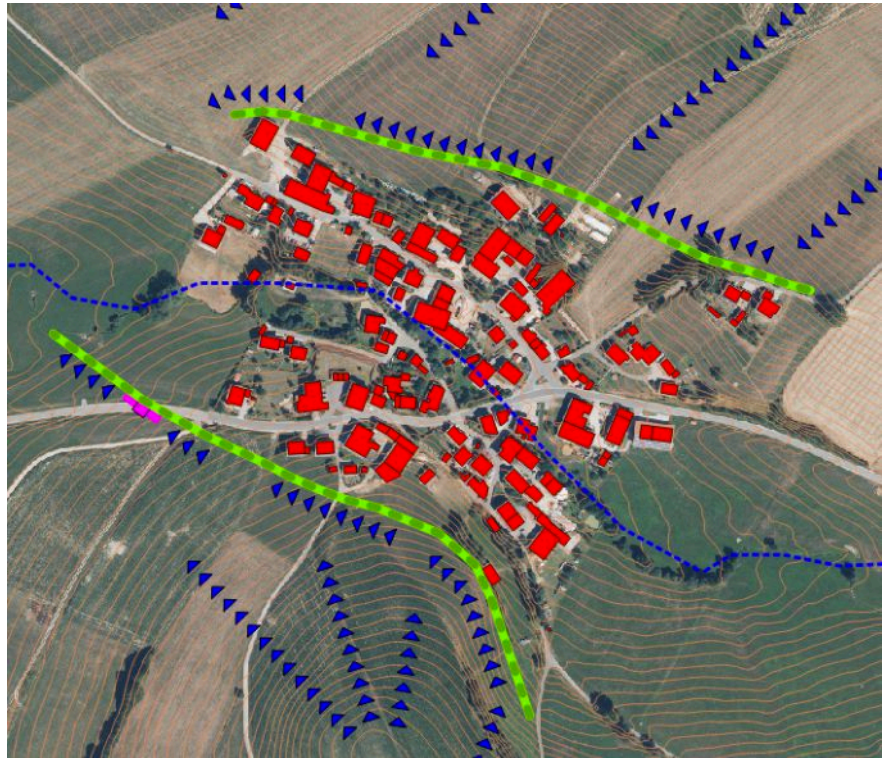


Geländemodellierung mit Heckenanpflanzung



Geländemulden zur Abflussdämpfung

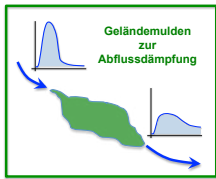
Atzlern



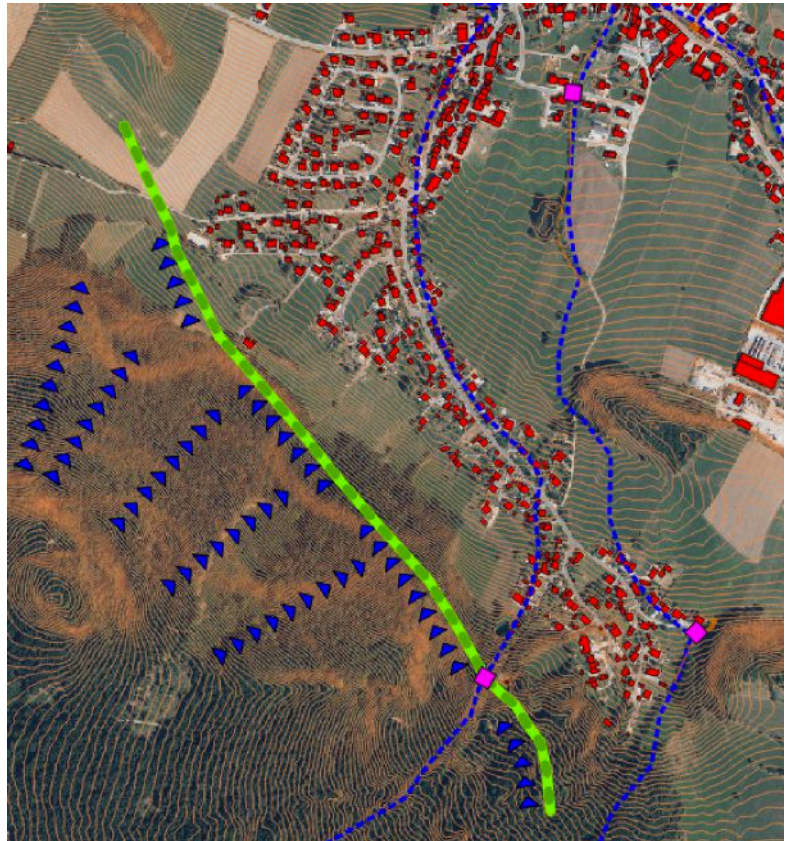
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Norden: 500 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Süden: 540 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 15 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Birkenberg



Birkenberg



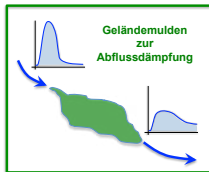
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden: 1400 m
- Durchlass DN200 mit räumlichen Rechen und Blende zur Aufteilung des Abflusses bei Hochwasser: 5 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 8 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Schicherhof

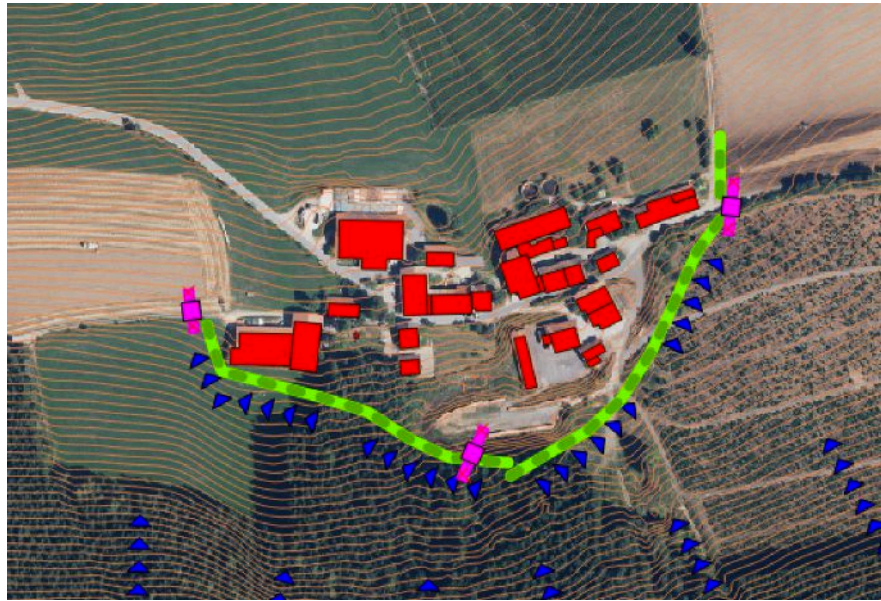


Geländemodellierung mit Heckenanpflanzung



Geländemulden zur Abflussdämpfung

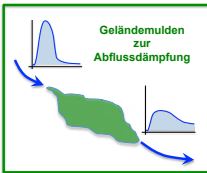
Schicherhof



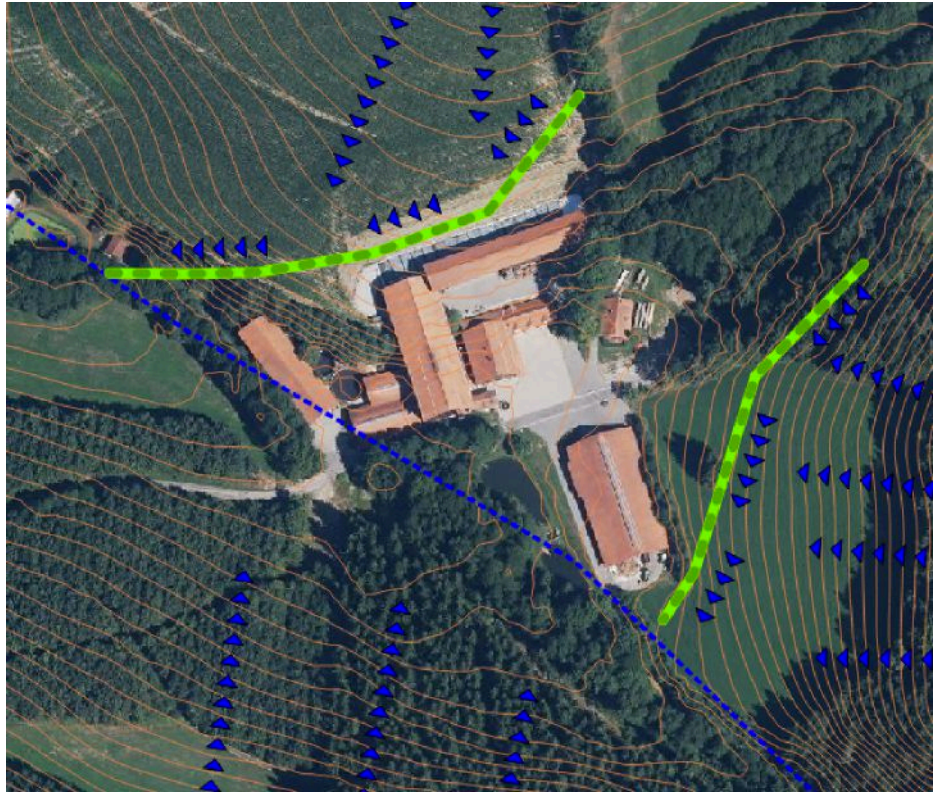
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Westen: 220 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 250 m
- Durchlass DN200 mit räumlichen Rechen und Blende zur Aufteilung des Abflusses bei Hochwasser: 5 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 8 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 8 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Buchermühle



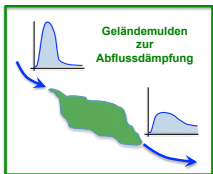
Buchermühle



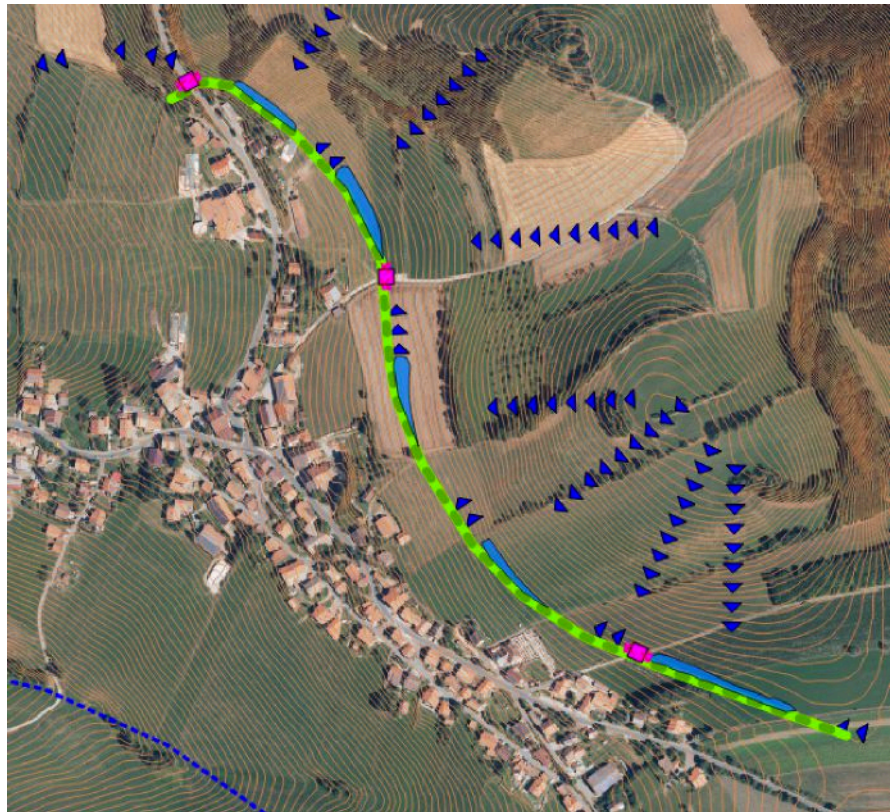
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Norden: 210 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 160 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Rittsteig



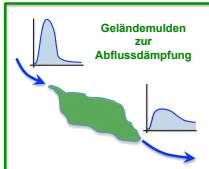
Rittsteig



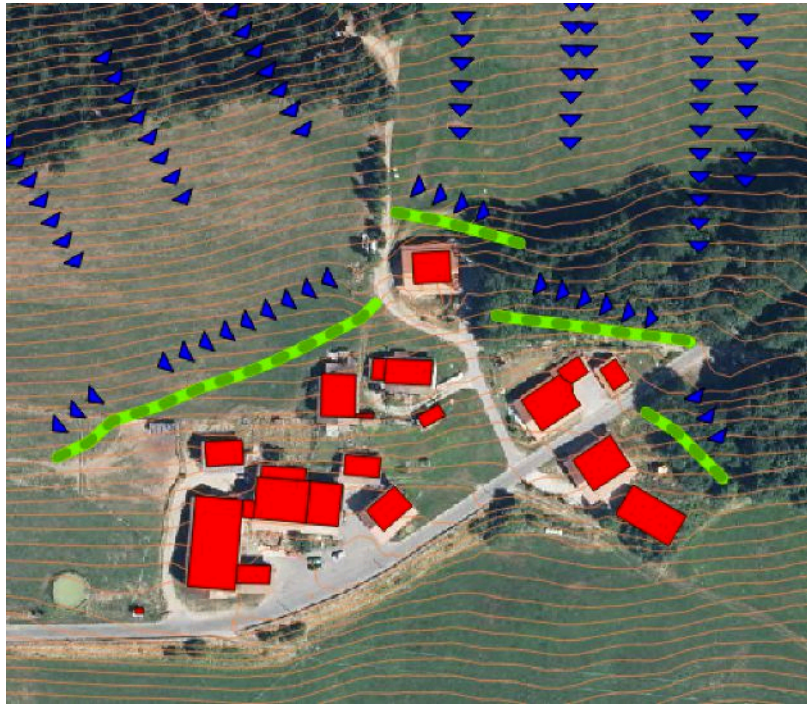
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 1100 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 10 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 10 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 7 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Unterkaltenhof



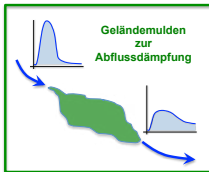
Unterkaltenhof



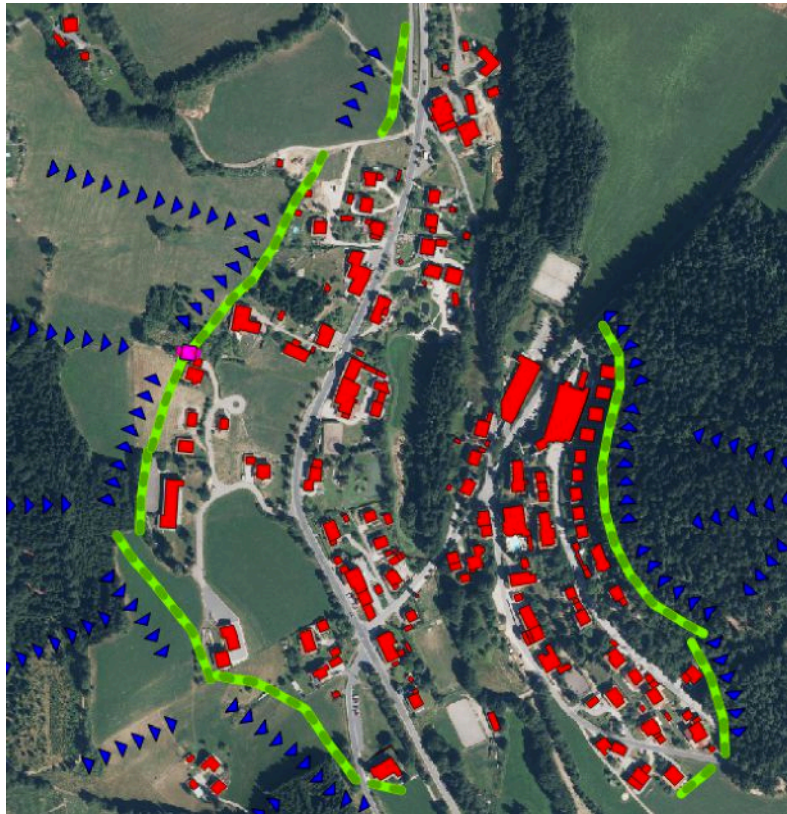
Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Westen: 120 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Norden: 110 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 40 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Mais



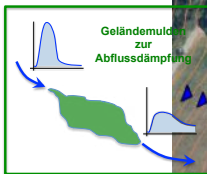
Mais



Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Westen: 820 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 450 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 10 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 10 m

Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet - Haberlsäge



Haberlsäge



Bausteine

- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Westen: 200 m
- Geländemodellierung und Retentionsmulden, Osten: 120 m
- Durchlass DN500 mit räumlichen Rechen: 10 m

10 Kombinierte Hochwasserschutzvarianten für Neukirchen

Nachfolgend werden Hochwasserschutzvarianten vorgestellt, die aus der Kombination von drei Schutzelementen bestehen:


- Hochwasserrückhalt
- Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet
- Innerortsmaßnahmen

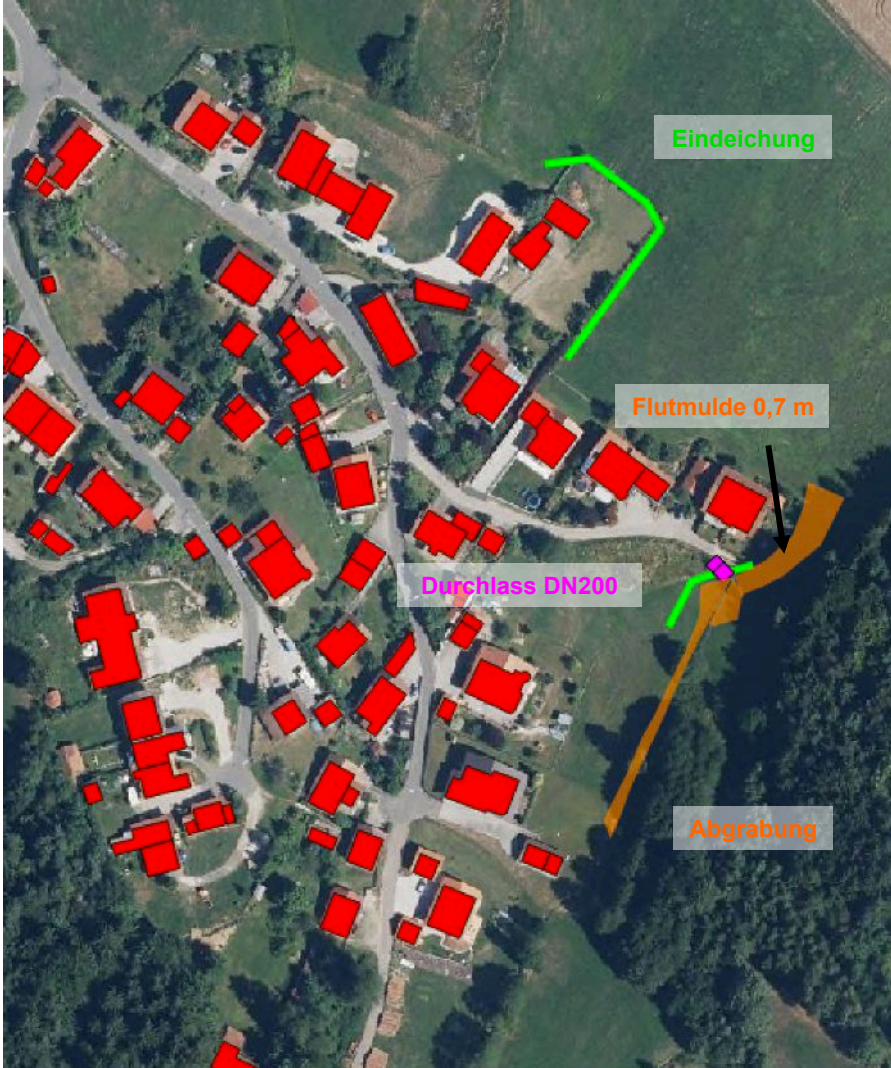
Die Hochwasserrückhaltestandorte und auch die Bausteine zur Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet wurden bereits im Einzelnen vorgestellt.

Bei den Innerortsmaßnahmen handelt es sich im Wesentlichen um Eindeichungen, Geländemodellierungen, Flutmulden, Verrohrungen sowie ökologische Gewässerausbauten zur Abflusssteigerung.

Im Planungsprozess wurden eine Vielzahl unterschiedlicher Bausteine kombiniert und daraus Hochwasserschutzvarianten entwickelt, die aber nicht alle zum Ziel führten, einen vollwertigen HQ100-Schutz zu erreichen. In den nachfolgenden Gliederungspunkten werden nur Varianten vorgestellt und bewertet, die diesen HQ100-Schutz erreichen.

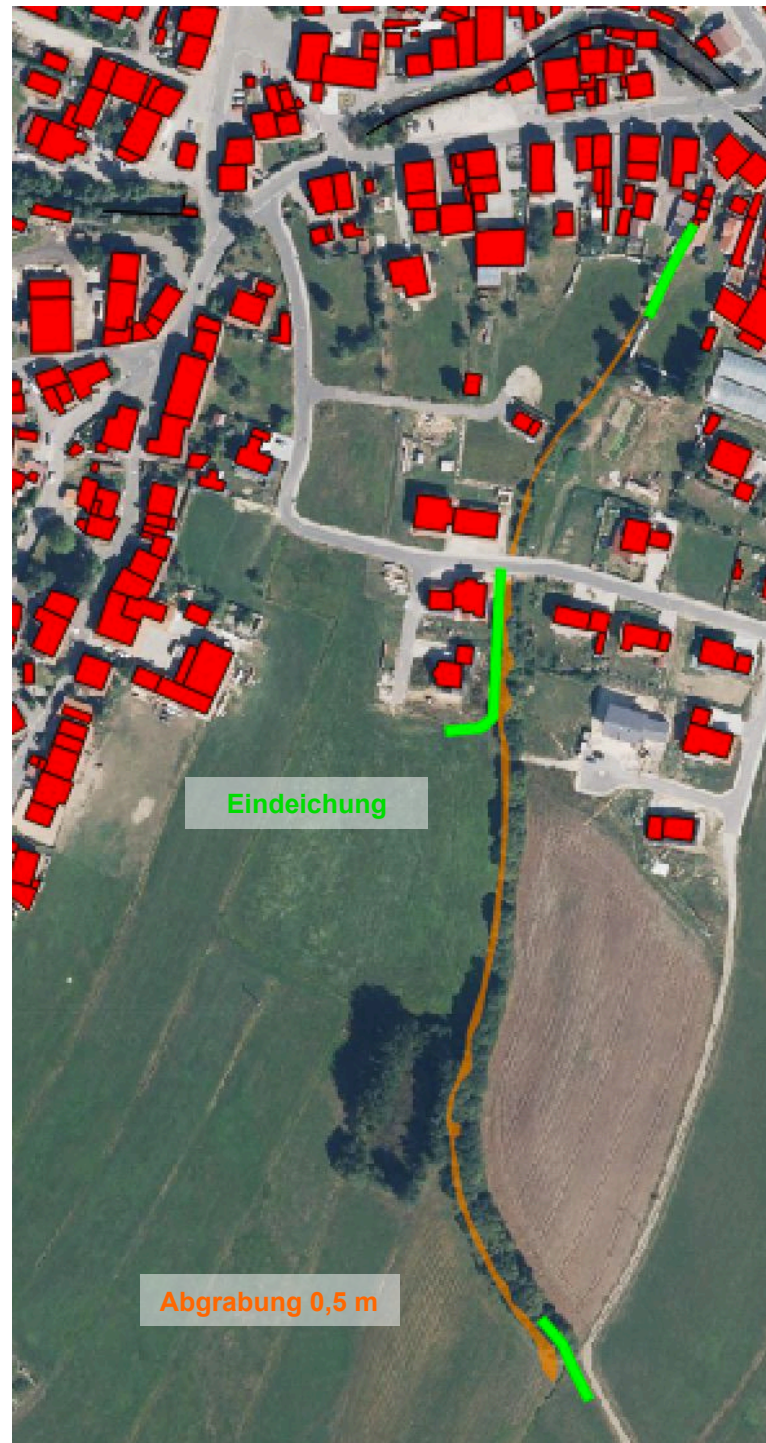
10.1 Hochwasserschutzvariante V1b

Hochwasserschutzvariante V1b	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH1 mit</p> <ul style="list-style-type: none">• Rückhaltevolumen 428.000 m³• Einstauhöhe 8,0 m <p>Innerortsmaßnahmen</p> <p>Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet</p>
	

Innerortsmaßnahmen	
<p>Maßnahmen am Klapfenbach 1</p> <ul style="list-style-type: none">• Vorlandabgrabung 0,5 m, 300 m²• Flutmulde, 0,7 m, 300 m²• Geländemodellierung bis 1 m hoch, 90 m• Durchlass DN200, 6 m mit Einschöpfbereich	

Maßnahmen am
Klapfenbach 2

- Vorlandabgrabung
0,5 m, 900 m²
- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 80 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 100 m



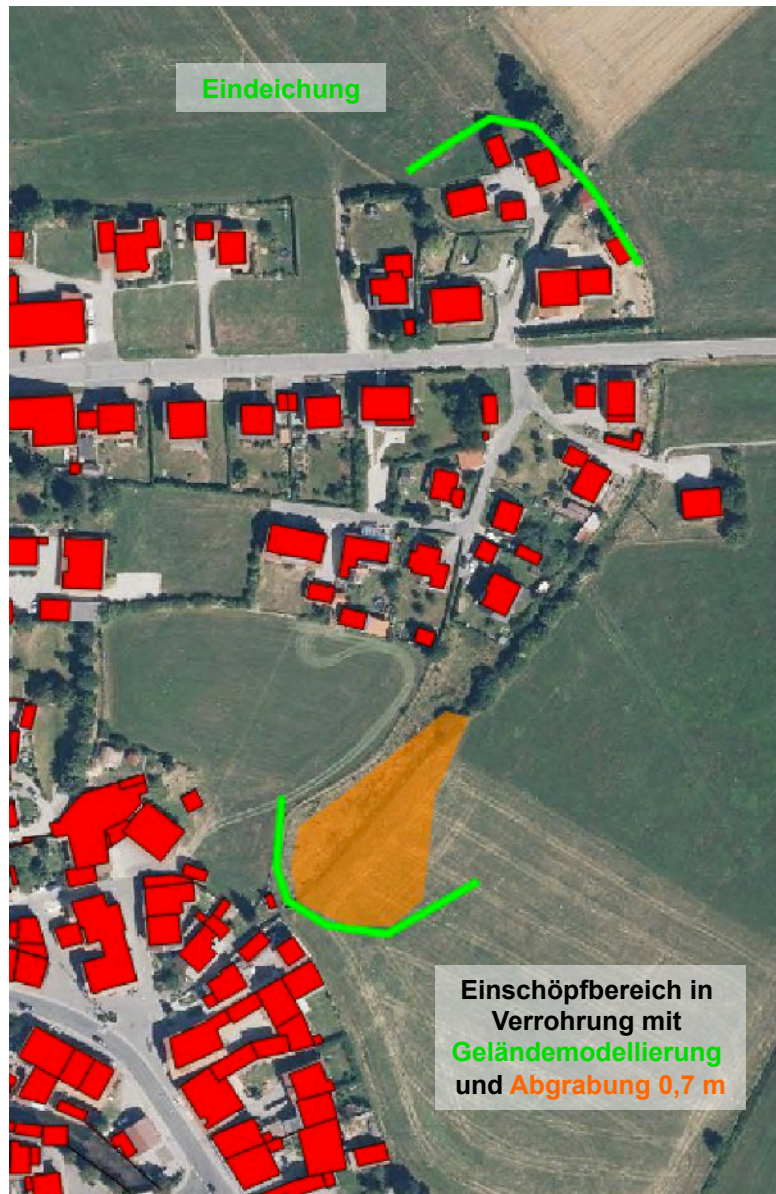
Maßnahmen am Freybach 1

- Deich/Gelände-modellierung bis 1 m hoch, 60 m
- Mauer bis 1 m hoch, 10 m
- Gebäudeabbruch und Herstellung Sandfang



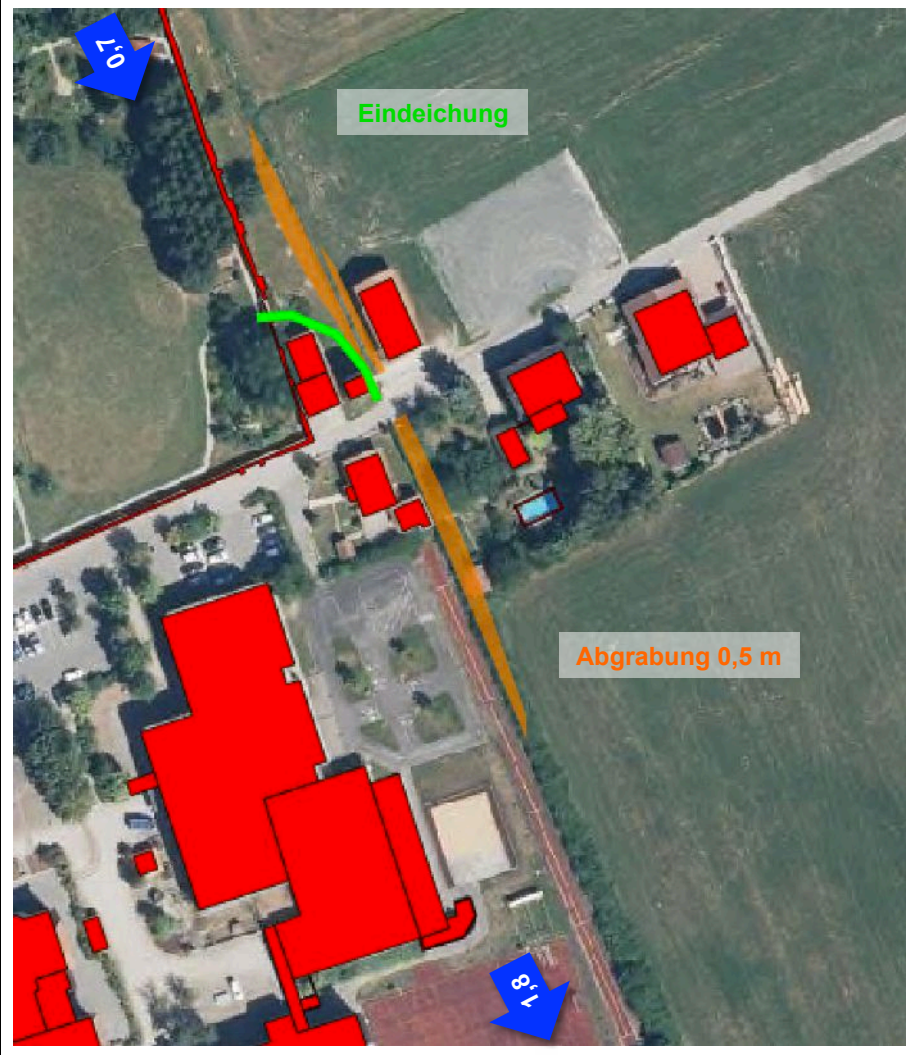
Maßnahmen am Kini-
bach 1

- Deich/Gelände-
modellierung bis
1,5 m hoch, 100 m
- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 85 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 15 m
- Abgrabung 0,7 m,
2300 m² und räum-
licher Rechen für
Einschöpfungsbereich



Maßnahmen am Kini-
bach 2

- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 20 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 10 m
- Vorlandabgrabung
0,5 m, 450 m²



Markt Neukirchen beim Heiligen Blut – Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept

Variante V1b -
Wirkung auf das
HQ100+15%

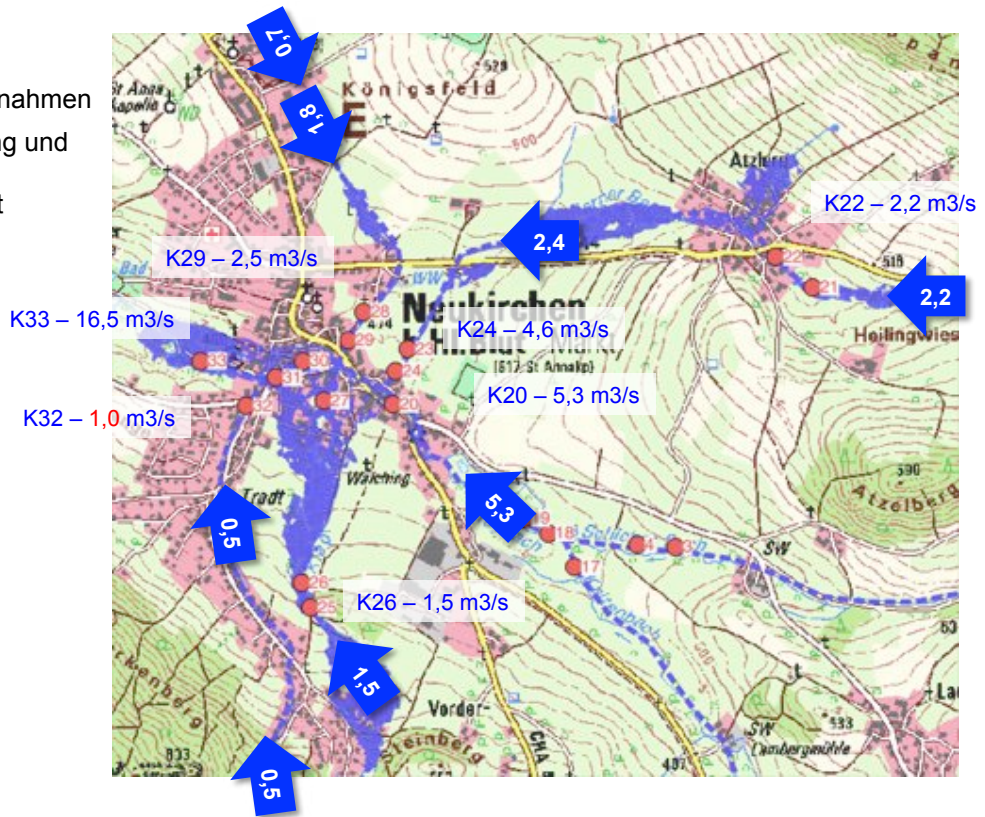
Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortsende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 47% gegenüber dem Istzustand.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ115-V1			
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm²)	Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
1	N3		6,7		6,7		100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		6,7		100%
3	N16		8,3		8,3		100%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		8,3		100%
5	N7		3,7		3,7		100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		3,7		100%
7	N8		4,6		4,6		100%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		4,6		100%
9	N6		5,8		5,8		100%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		5,8		100%
11	N2		2,2		2,2		100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		2,2		100%
13	N9		2,9		2,9		100%
14	K10+K13	Mais	8,6		8,6		100%
15	N1		12,8		12,8		100%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		12,8		100%
17	N12		14,3		14,3		100%
18	K4+K17		21,8	RH1	21,8	428	100%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		5,0		23%
20	N17	Neukirchen	22,9		5,3		23%
21	N5		2,2		2,2		100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		2,2		100%
23	N11		4,6		4,6		100%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		4,6		100%
25	N4		1,5		1,5		100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		1,5		100%
27	N14	Neukirchen	1,7		1,7		100%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		13,2		42%
31	N15	Neukirchen	31,6		13,4		42%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		16,5		47%
						428	

Ergebnisse der
Strömungsbe-
rechnungen

V1b-HQ100+15% - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen

- HWR RH1
- Innerortsmaßnahmen
- Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet



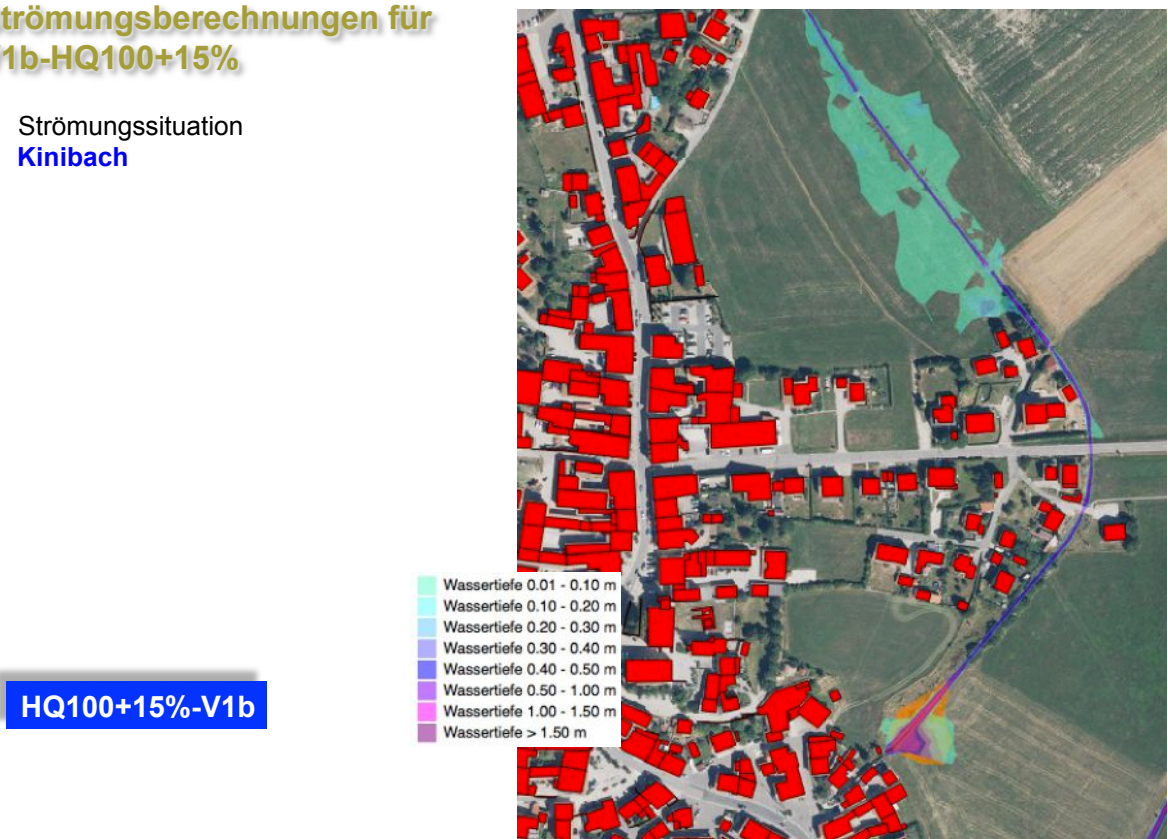
Strömungsberechnungen für V1b-HQ100+15%

- Strömungssituation in **Neukirchen**



Strömungsberechnungen für V1b-HQ100+15%

- Strömungssituation **Kinibach**



Strömungsberechnungen für V1b-HQ100+15%

- Strömungssituation Kinibach

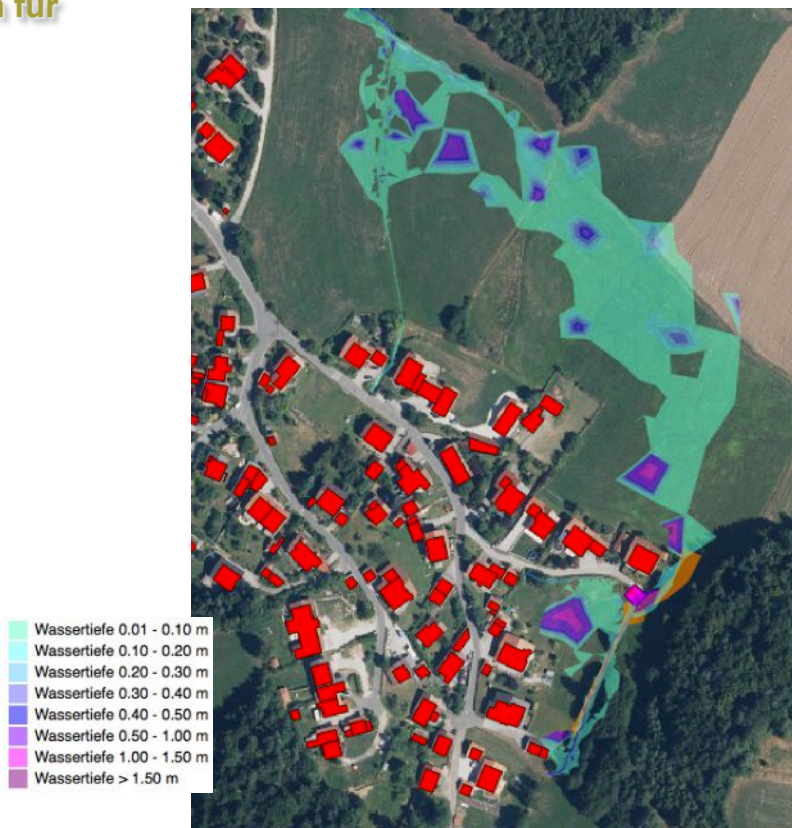
HQ100+15%-V1b



Strömungsberechnungen für V1b-HQ100+15%

- Strömungssituation Klapfenbach

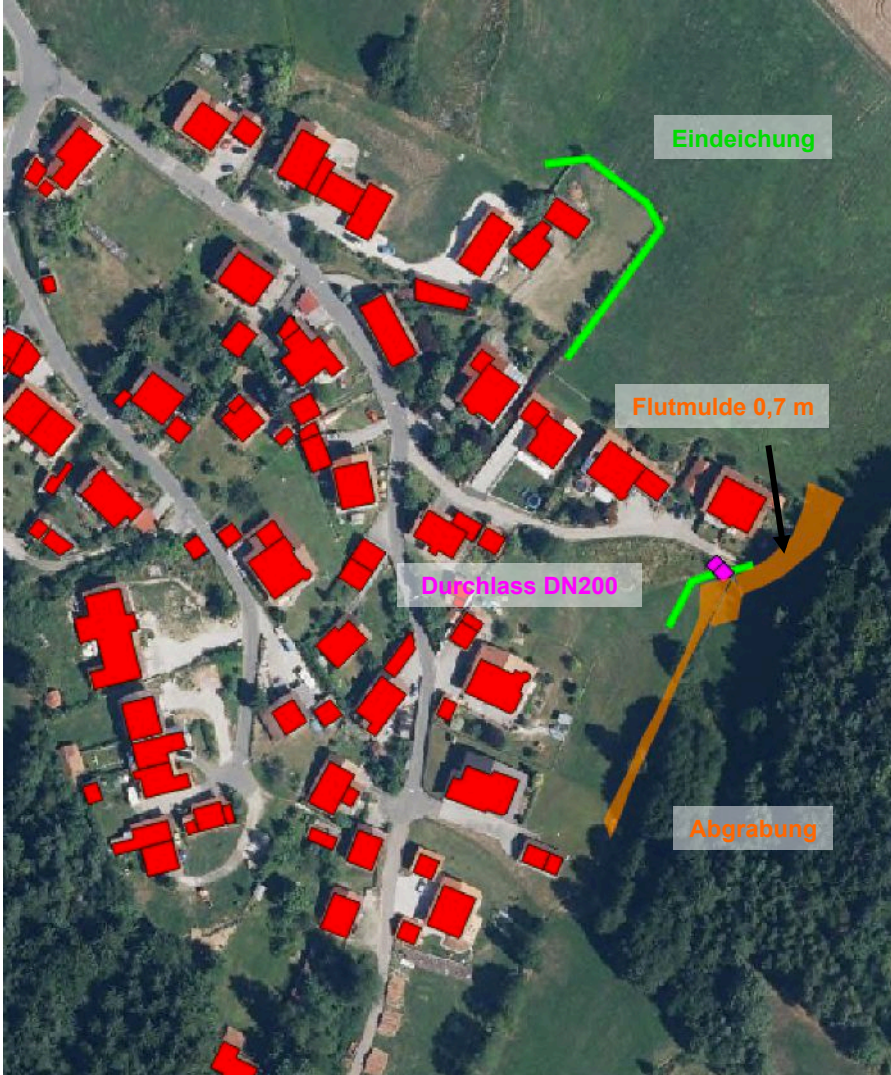
HQ100+15%-V1b



<p>Bewertung der Variante V1b</p>	<p>Das große Hochwasserrückhaltebecken RH1 unmittelbar oberstrom von Neukirchen bringt eine sehr gute Scheitelreduzierung. Am Ortsausgang bei Knoten K33 beträgt der HQ100+15%-Scheitel nur noch 16,5 m³/s gegenüber 34,8 m³/s beim Istzustand.</p> <p>Durch die kombinierten Innerortsmaßnahmen kann insbesondere die Überflutung der bebauten Bereiche durch die Seitengewässer verhindert werden.</p> <p>Zusätzlich bewirken die Abflusslenkungs- und Retentionsbausteine im Einzugsgebiet eine Dämpfung der lokalen Hochwasserscheitel und tragen zum Schutz der Siedlungsbereiche auch außerhalb des Kernortes Neukirchen beim Heiligen Blut bei.</p> <p>Die Variante V1b bietet einen vollwertigen HQ100-Schutz für die besiedelten Bereiche.</p>
-----------------------------------	---

10.2 Hochwasserschutzvariante V5

Hochwasserschutzvariante V5	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH1 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 428.000 m³ • Einstauhöhe 8,0 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH4a mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 11.000 m³ • Einstauhöhe 1,7 m <p>Innerortsmaßnahmen Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet</p>

Innerortsmaßnahmen	
<p data-bbox="188 293 405 353">Maßnahmen am Klapfenbach 1</p> <ul data-bbox="188 365 472 730" style="list-style-type: none"><li data-bbox="188 365 472 425">• Vorlandabgrabung 0,5 m, 300 m²<li data-bbox="188 436 472 497">• Flutmulde, 0,7 m, 300 m²<li data-bbox="188 508 472 613">• Geländemodellierung bis 1 m hoch, 90 m<li data-bbox="188 624 472 730">• Durchlass DN200, 6 m mit Einschöpfbereich	

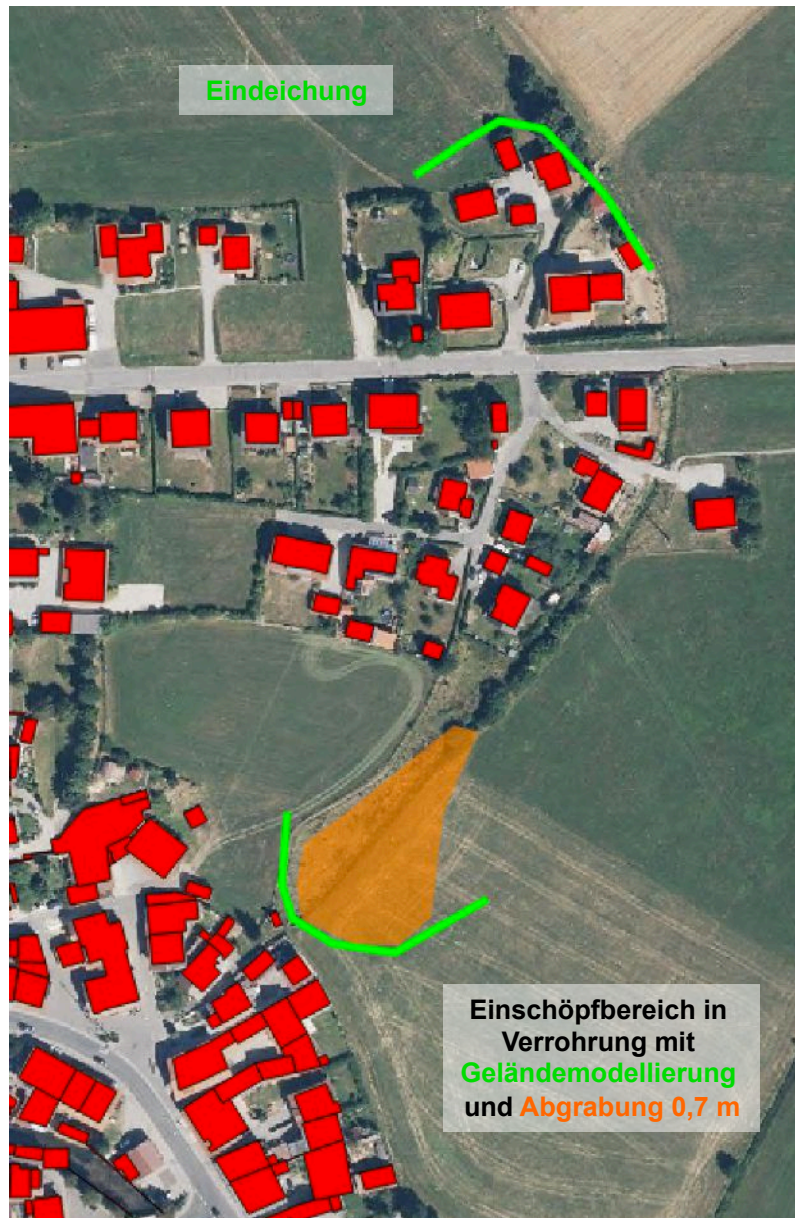
Maßnahmen am Freybach 1

- Deich/Gelände-modellierung bis 1 m hoch, 60 m
- Mauer bis 1 m hoch, 10 m
- Gebäudeabbruch und Herstellung Sandfang



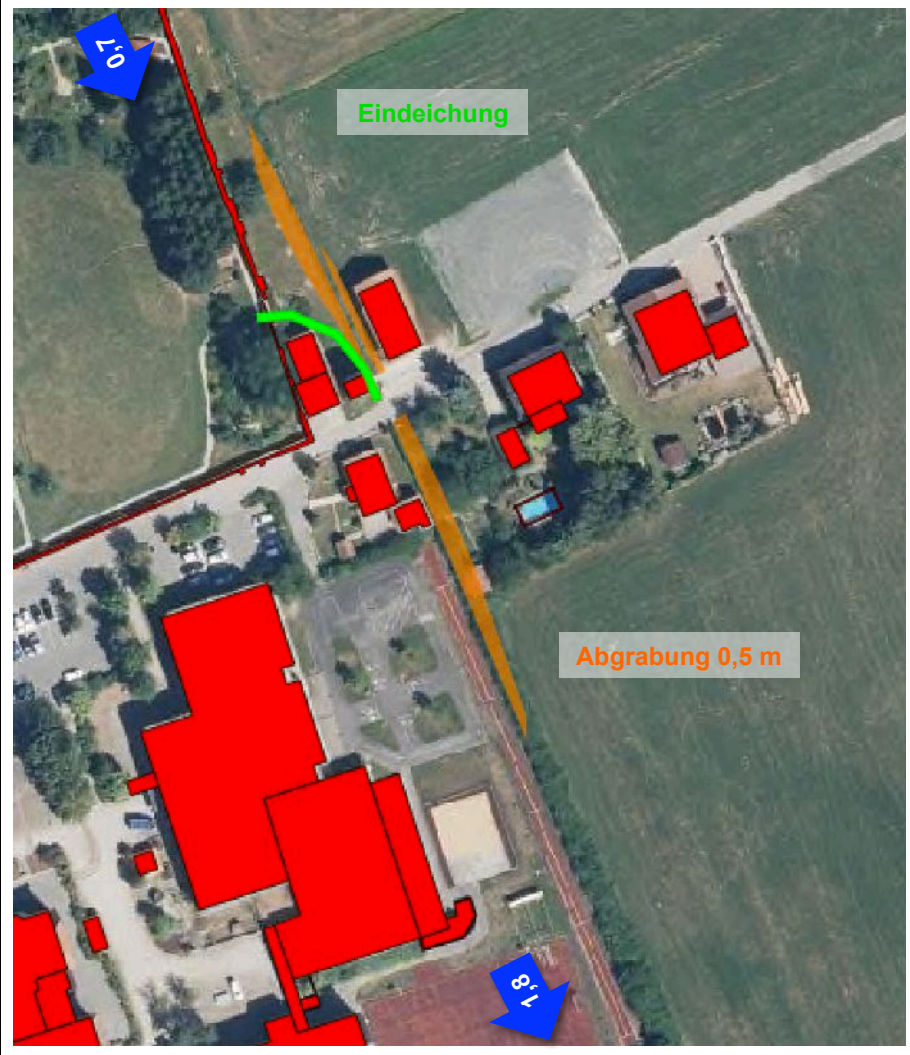
Maßnahmen am Kini-
bach 1

- Deich/Gelände-
modellierung bis
1,5 m hoch, 100 m
- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 85 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 15 m
- Abgrabung 0,7 m,
2300 m² und räum-
licher Rechen für
Einschöpfungsbereich



Maßnahmen am Kini-
bach 2

- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 20 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 10 m
- Vorlandabgrabung
0,5 m, 450 m²



Markt Neukirchen beim Heiligen Blut – Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept

Variante V5 -
Wirkung auf das
HQ100+15%

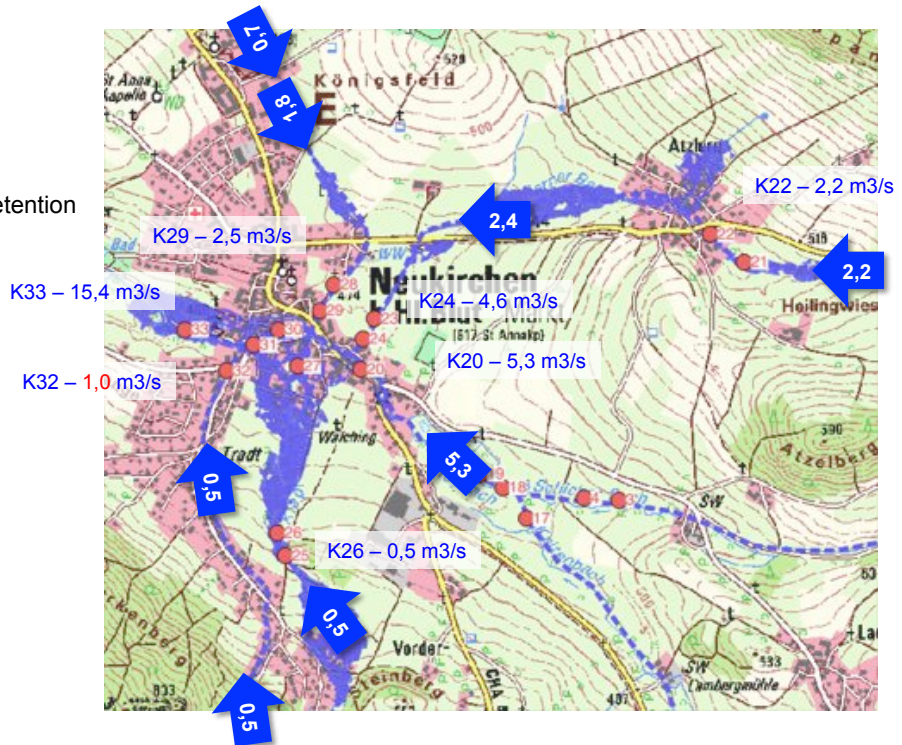
Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortsende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 44% gegenüber dem Istzustand.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ100+15%-V5			
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm³)	Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
1	N3		6,7		6,7		100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		6,7		100%
3	N16		8,3		8,3		100%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		8,3		100%
5	N7		3,7		3,7		100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		3,7		100%
7	N8		4,6		4,6		100%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		4,6		100%
9	N6		5,8		5,8		100%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		5,8		100%
11	N2		2,2		2,2		100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		2,2		100%
13	N9		2,9		2,9		100%
14	K10+K13	Mais	8,6		8,6		100%
15	N1		12,8		12,8		100%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		12,8		100%
17	N12		14,3		14,3		100%
18	K4+K17		21,8	RH1	21,8	428	100%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		5,0		23%
20	N17	Neukirchen	22,9		5,3		23%
21	N5		2,2		2,2		100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		2,2		100%
23	N11		4,6		4,6		100%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		4,6		100%
25	N4		1,5	RH4a	1,5	11	100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		0,5		33%
27	N14	Neukirchen	1,7		0,8		47%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		12,2		39%
31	N15	Neukirchen	31,6		12,3		39%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		15,4		44%
						439	

Ergebnisse der Strömungsbe-
rechnungen

V5-HQ100+15% - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen

- HWR RH1
- HWR RH4a
- Innerortsmaßnahmen
- Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet



Strömungsberechnungen für V5-HQ100+15%

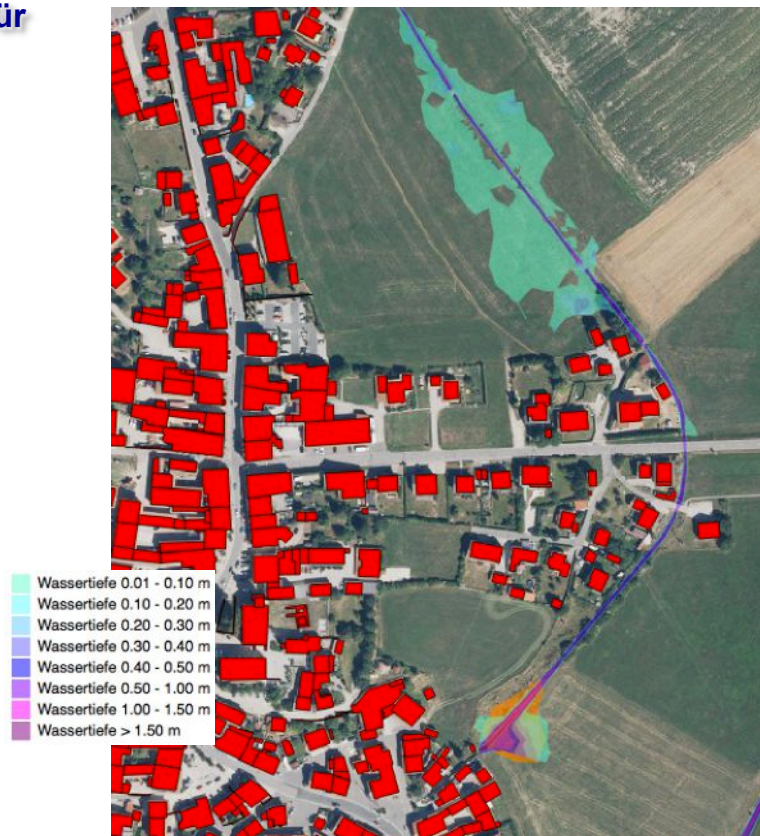
- Strömungssituation
in **Neukirchen**



Strömungsberechnungen für V5-HQ100+15%

- Strömungssituation Kinibach

HQ100+15%



Strömungsberechnungen für V5-HQ100+15%

- Strömungssituation Kinibach

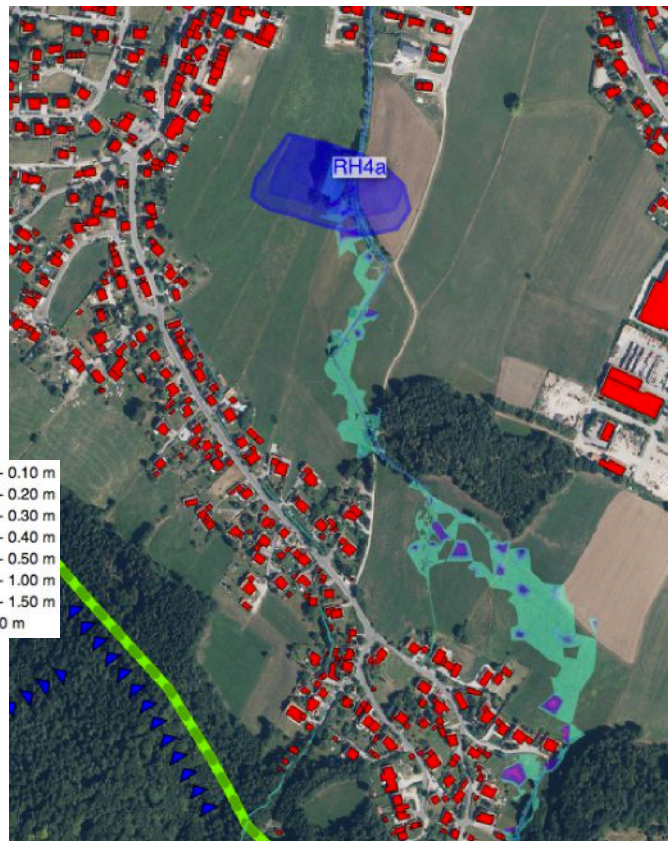
HQ100+15%



Strömungsberechnungen für V5-HQ100+15%

- Strömungssituation am Klapfenbach

HQ100+15%



Bewertung der Variante V5

Das große Hochwasserrückhaltebecken RH1 unmittelbar oberstrom von Neukirchen, sowie das Hochwasserrückhaltebecken RH4a am Klapfenbach reduzieren die Hochwasserscheitel im Neukirchen um mehr als 50%. Am Ortsausgang bei Knoten K33 beträgt der HQ100+15%-Scheitel nur noch 15,4 m³/s gegenüber 34,8 m³/s beim Istzustand.

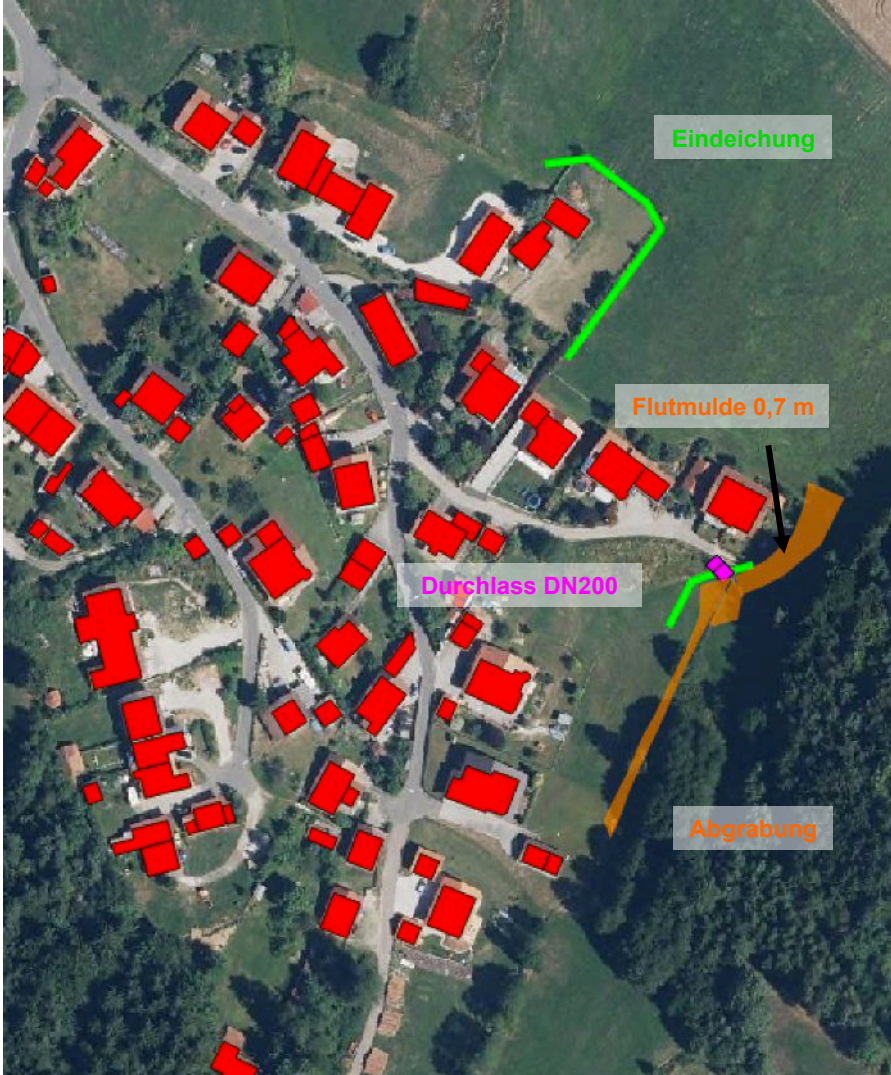
Durch die kombinierten Innerortsmaßnahmen kann insbesondere die Überflutung der bebauten Bereiche durch die Seitengewässer verhindert werden. Aufgrund der guten Drosselwirkung des Beckens RH4a sind unterstrom am Klapfenbach keine Ausbaumaßnahmen und Eindeichungen am Gewässer mehr erforderlich.

Zusätzlich bewirken die Abflusslenkungs- und Retentionsbausteine im Einzugsgebiet eine Dämpfung der lokalen Hochwasserscheitel und tragen zum Schutz der Siedlungsbereiche auch außerhalb des Kernortes Neukirchen beim Heiligen Blut bei.

Die **Variante V5** bietet einen **vollwertigen HQ100-Schutz** für die besiedelten Bereiche.

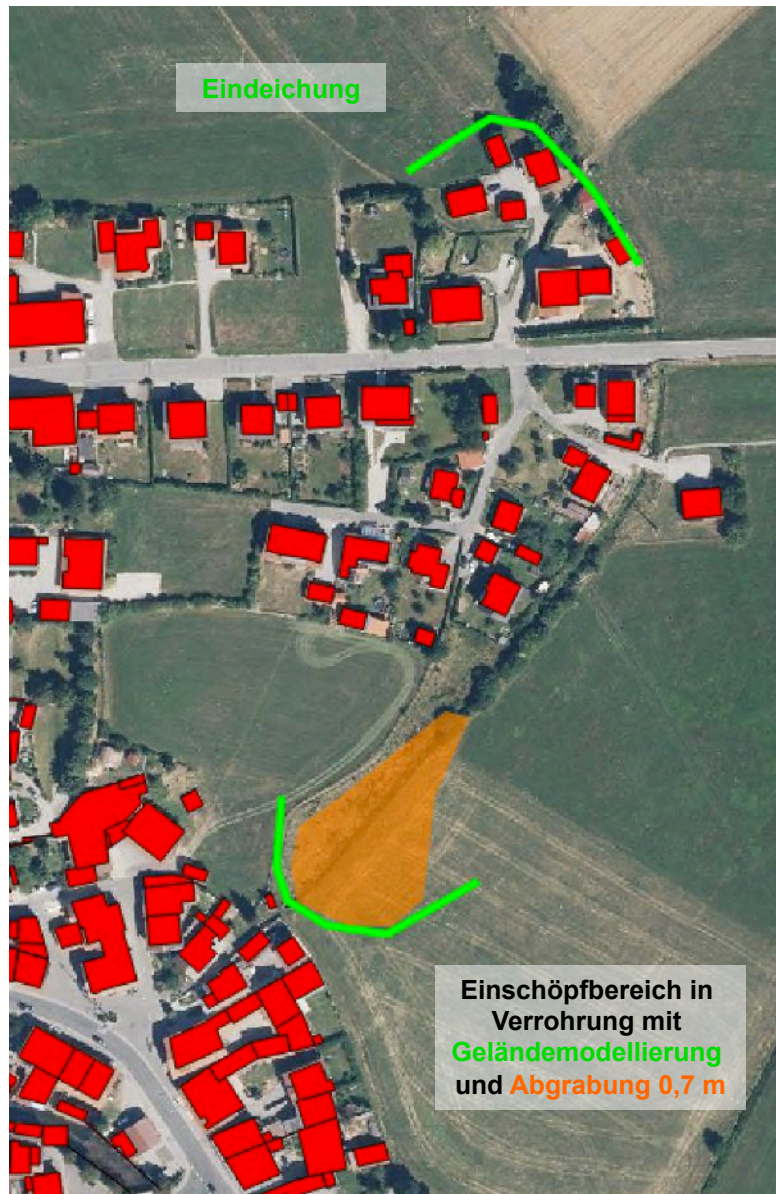
10.3 Hochwasserschutzvariante V5b

Hochwasserschutzvariante V5b	
Bausteine	<p>Hochwasserrückhaltebecken RH1 mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 107.000 m³ • Einstauhöhe 4,5 m <p>Hochwasserrückhaltebecken RH4a mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückhaltevolumen 11.000 m³ • Einstauhöhe 1,7 m <p>Innerortsmaßnahmen Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet</p>

Innerortsmaßnahmen	
<p>Maßnahmen am Klapfenbach 1</p> <ul style="list-style-type: none">• Vorlandabgrabung 0,5 m, 300 m²• Flutmulde, 0,7 m, 300 m²• Geländemodellierung bis 1 m hoch, 90 m• Durchlass DN200, 6 m mit Einschöpfbereich	

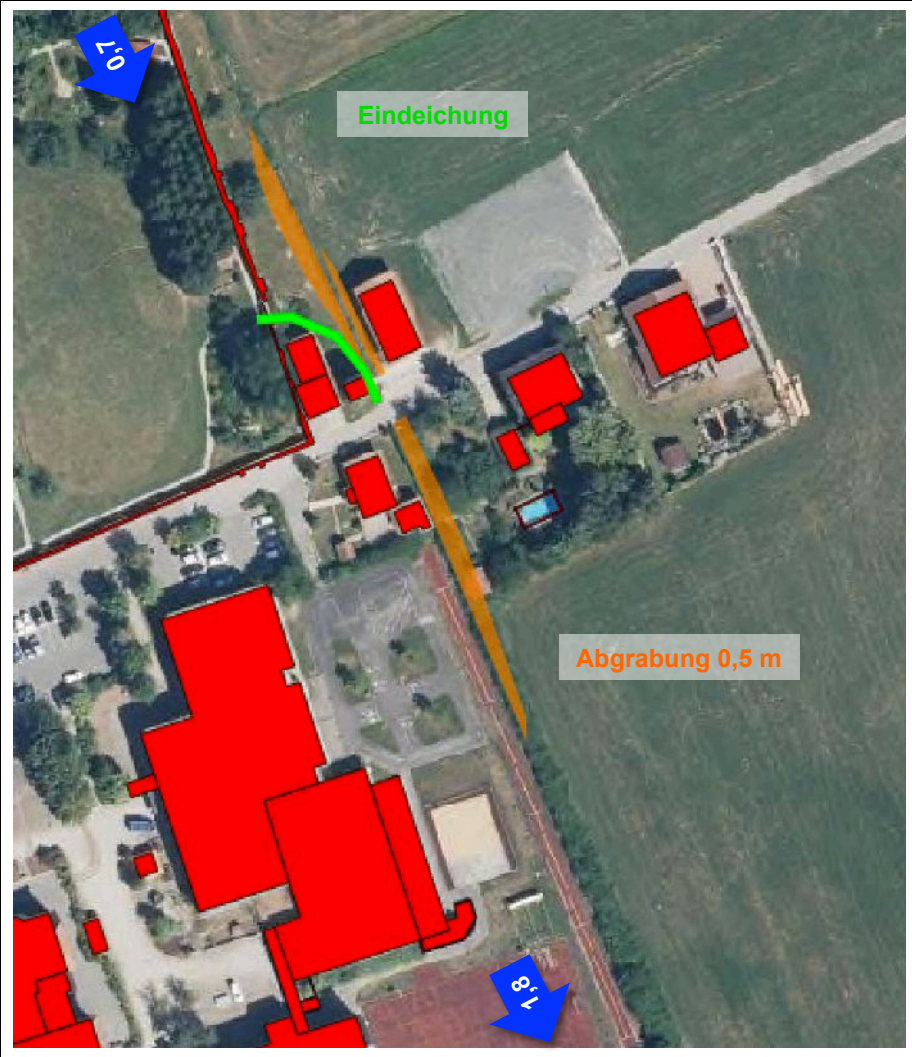
Maßnahmen am Kini-
bach 1

- Deich/Gelände-
modellierung bis
1,5 m hoch, 100 m
- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 85 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 15 m
- Abgrabung 0,7 m,
2300 m² und räum-
licher Rechen für
Einschöpfungsbereich



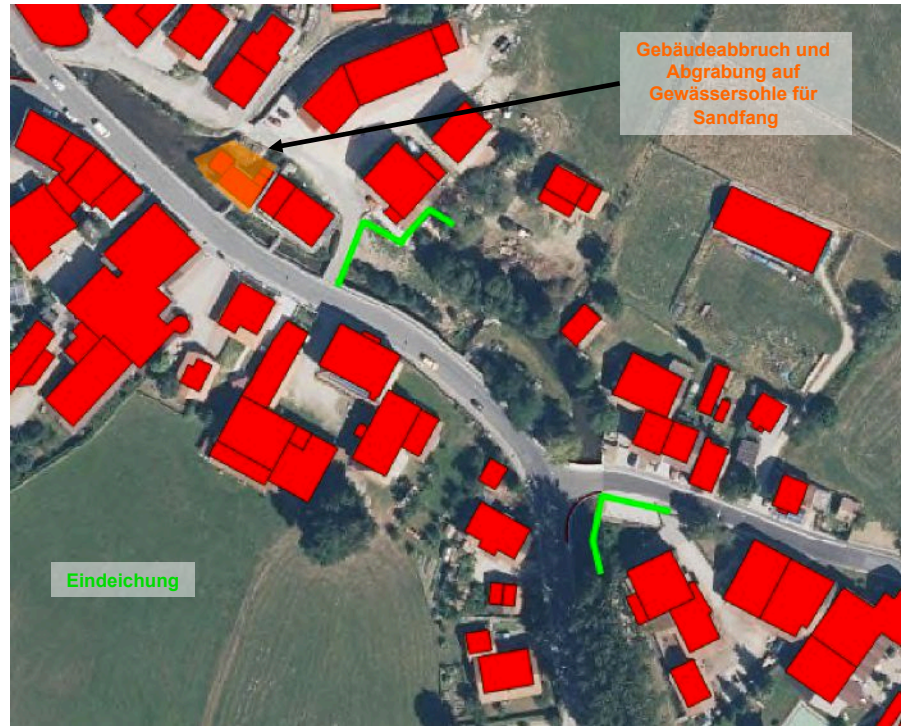
Maßnahmen am Kini-
bach 2

- Deich/Gelände-
modellierung bis 1
m hoch, 20 m
- Mauer bis 1 m
hoch, 10 m
- Vorlandabgrabung
0,5 m, 450 m²



Maßnahmen am Freybach 2

- Deich/Gelände-modellierung bis 1 m hoch, 60 m
- Mauer bis 1 m hoch, 30 m
- Gebäudeabbruch und Herstellung Sandfang



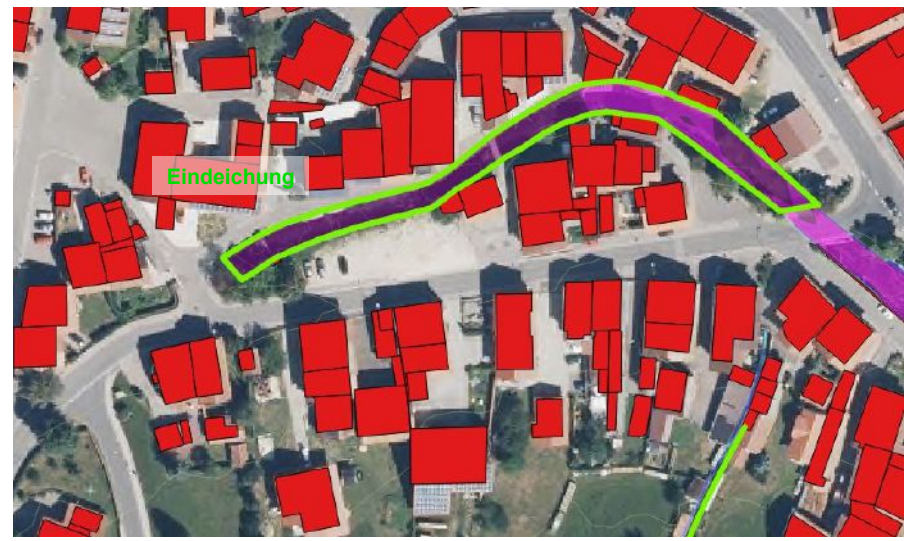
Maßnahmen am Freybach 3

- Deich/Gelände-modellierung bis 1 m hoch, 110 m
- Vorlandabgrabung 0,5 m, 1700 m²



Maßnahmen am
Freybach 4

- Mauer bis 1 m
hoch, 360 m



Markt Neukirchen beim Heiligen Blut – Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept

Variante V5b -
Wirkung auf das
HQ100+15%

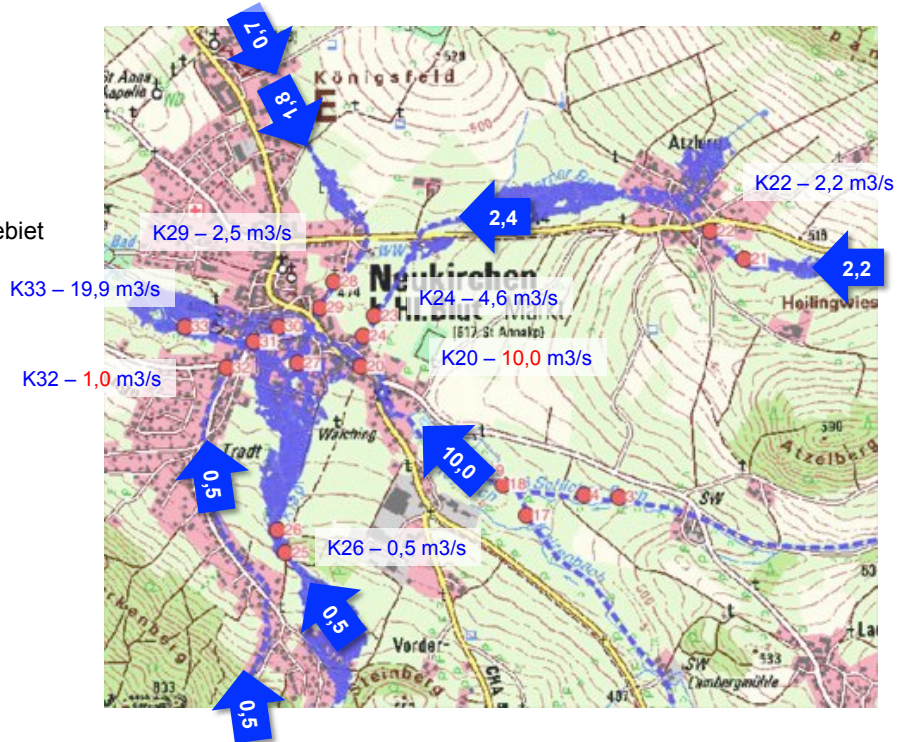
Die Variante zeigt für den maßgebenden Berechnungsknoten K33 am Ortsende von Neukirchen eine Scheitelreduzierung auf 57% gegenüber dem Istzustand.

Knoten	Teilgebiet	Ortschaft	HQ115-Ist	HQ100+15%-V5b			
			Scheitel Q (m³/s)	HWR-Nr.	Scheitel Q (m³/s)	HWR erf. (Tm³)	Vergleich Scheitel HWR/Ist (%)
1	N3		6,7		6,7		100%
2	Wirkung HWR RH3		6,7		6,7		100%
3	N16		8,3		8,3		100%
4	Wirkung Rückhalt N16		8,3		8,3		100%
5	N7		3,7		3,7		100%
6	Wirkung HWR RH7		3,7		3,7		100%
7	N8		4,6		4,6		100%
8	Wirkung HWR RH8		4,6		4,6		100%
9	N6		5,8		5,8		100%
10	Wirkung HWR RH6		5,8		5,8		100%
11	N2		2,2		2,2		100%
12	Wirkung HWR RH2		2,2		2,2		100%
13	N9		2,9		2,9		100%
14	K10+K13	Mais	8,6		8,6		100%
15	N1		12,8		12,8		100%
16	Wirkung HWR RH9		12,8		12,8		100%
17	N12		14,3		14,3		100%
18	K4+K17		21,8	RH1	21,8	107	100%
19	Wirkung HWR RH1		21,8		9,8		45%
20	N17	Neukirchen	22,9		10,0		44%
21	N5		2,2		2,2		100%
22	Wirkung HWR RH5	Azlern	2,2		2,2		100%
23	N11		4,6		4,6		100%
24	Wirkung Rückhalt N11	Neukirchen	4,6		4,6		100%
25	N4		1,5	RH4a	1,5	11	100%
26	Wirkung HWR RH4		1,5		0,5		33%
27	N14	Neukirchen	1,7		0,8		47%
28	N10		2,5		2,5		100%
29	Wirkung Rückhalt N10	Neukirchen	2,5		2,5		100%
30	K20+K24+K27+K29	Neukirchen	31,6		16,7		53%
31	N15	Neukirchen	31,6		16,7		53%
32	N13	Neukirchen	3,2		3,2		100%
33	K31+K32	Neukirchen	34,8		19,9		57%
						118	

Ergebnisse der Strömungsbe-rechnungen

V5b-HQ100+15% - Zuflüsse zu Strömungsmodell Neukirchen

- HWR RH1
- HWR RH4a
- Innerortsmaßnahmen
- Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet



Strömungsberechnungen für V5b-HQ100+15%

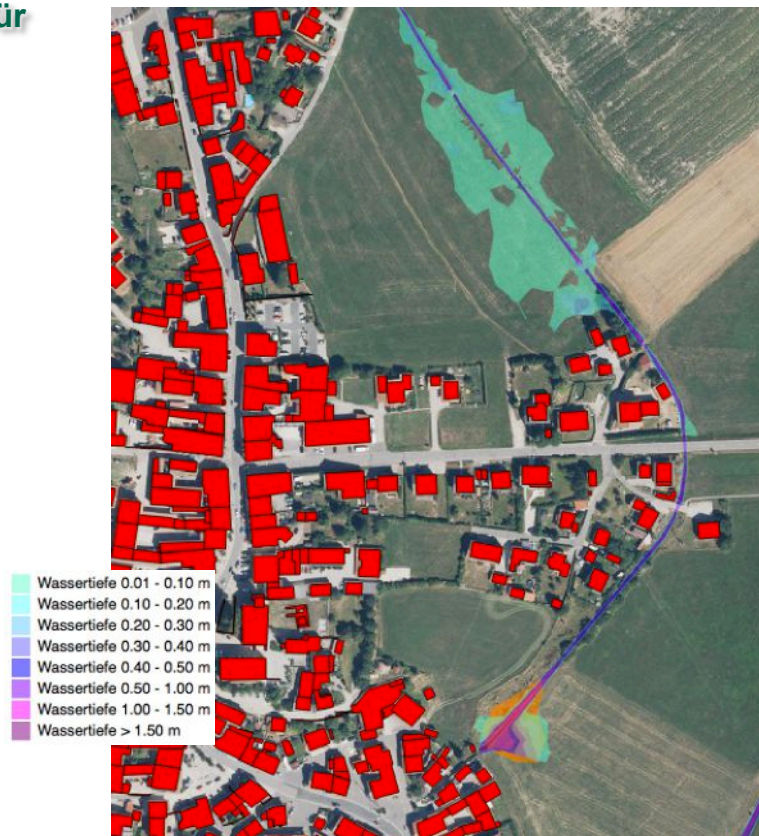
- Strömungssituation in Neukirchen



Strömungsberechnungen für V5b-HQ100+15%

- Strömungssituation Kinibach

HQ100+15%



Strömungsberechnungen für V5b-HQ100+15%

- Strömungssituation Kinibach

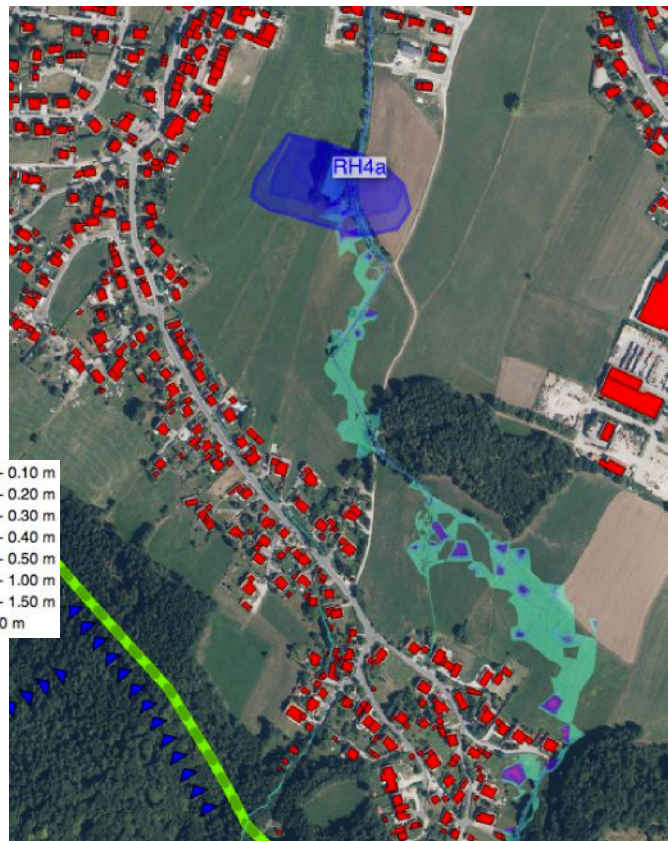
HQ100+15%



Strömungsberechnungen für V5b-HQ100+15%

- Strömungssituation am **Klapfenbach**

HQ100+15%



Bewertung der Variante V5b

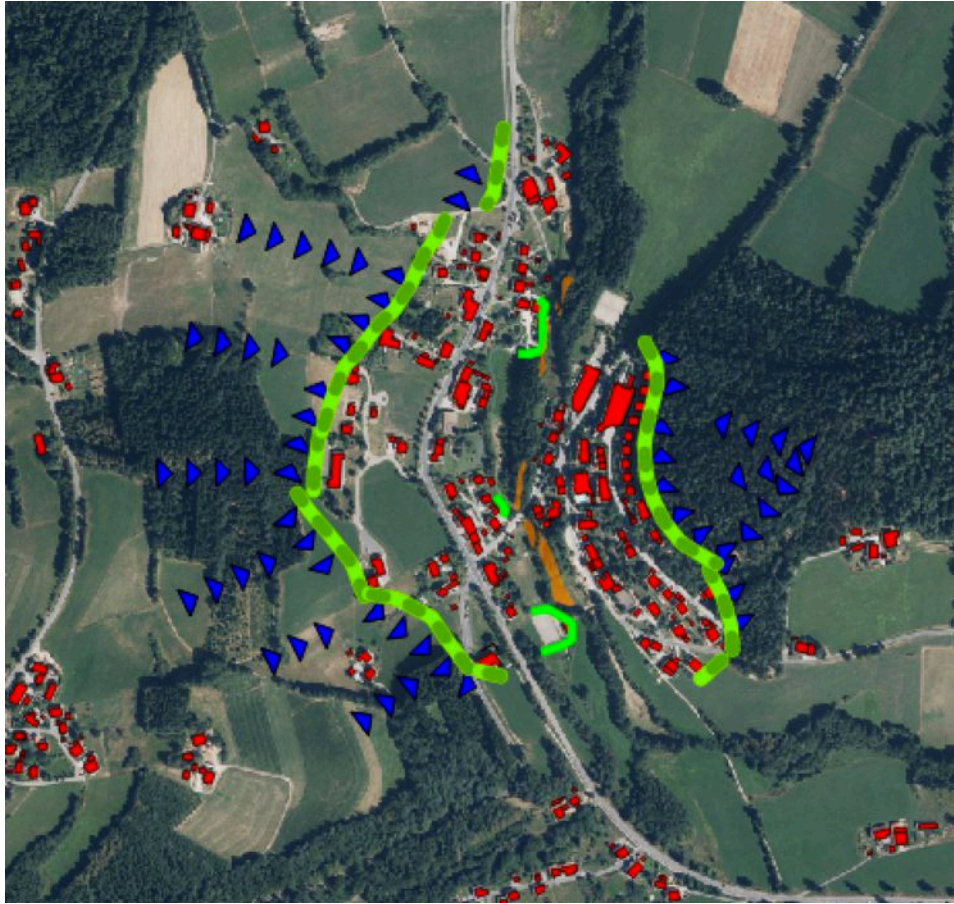
Das Rückhaltevermögen des Hochwasserrückhaltebeckens RH1 unmittelbar oberstrom von Neukirchen ist bei dieser Variante auf 107.000 m³ verringert. Damit kann auch die Einstauhöhe auf eine relativ moderate Größe von 4,5 m reduziert werden. Im Vergleich dazu liegt bei Variante V5 die Einstauhöhe des Beckens bei 8,0 m. Gemeinsam mit dem Hochwasserrückhaltebecken RH4a am Klapfenbach ist das RH1 in der Lage den Hochwasserscheitel in Neukirchen immer noch um mehr als 43% zu dämpfen. Am Ortsausgang bei Knoten K33 beträgt der HQ100+15%-Scheitel nur noch 19,9 m³/s gegenüber 34,8 m³/s beim Istzustand.

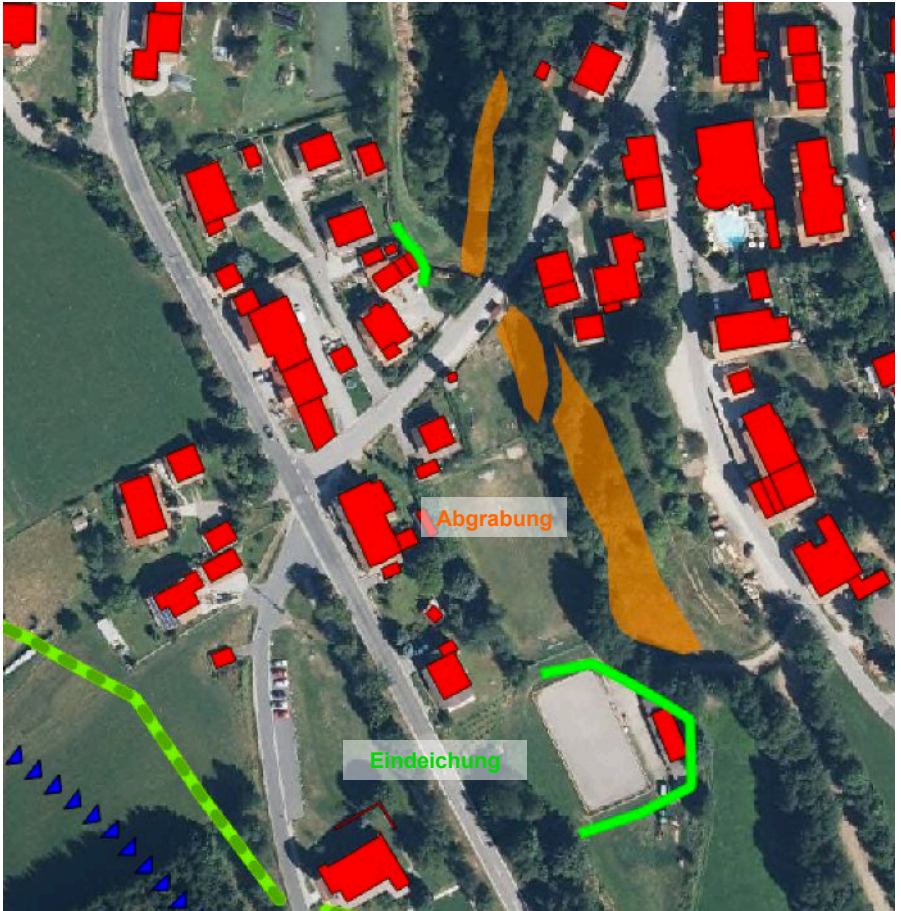
Die kombinierten Innerortsmaßnahmen verhindern künftig insbesondere die Überflutung der bebauten Bereiche durch die Seitengewässer. Aufgrund der guten Drosselwirkung des Beckens RH4a sind unterstrom am Klapfenbach keine Ausbaumaßnahmen und Eindeichungen mehr erforderlich. Die notwendige größere maximale Abgabe aus dem RH1 am Freybach erfordert zusätzliche Vorlandabgrabungen und Eindeichungen am Ortseingang von Neukirchen. Ebenso werden Hochwasserschutzmauern im Kernbereich von Neukirchen notwendig. Bei einer maximalen Höhe von 1 m sind sie aber gut in das Ortsbild zu integrieren.

Zusätzlich bewirken die Abflusslenkungs- und Retentionsbausteine im Einzugsgebiet eine Dämpfung der lokalen Hochwasserscheitel und tragen zum Schutz der Siedlungsbereiche auch außerhalb des Kernortes Neukirchen beim Heiligen Blut bei.

Die **Variante V5b** bietet einen **vollwertigen HQ100-Schutz** für die besiedelten Bereiche.

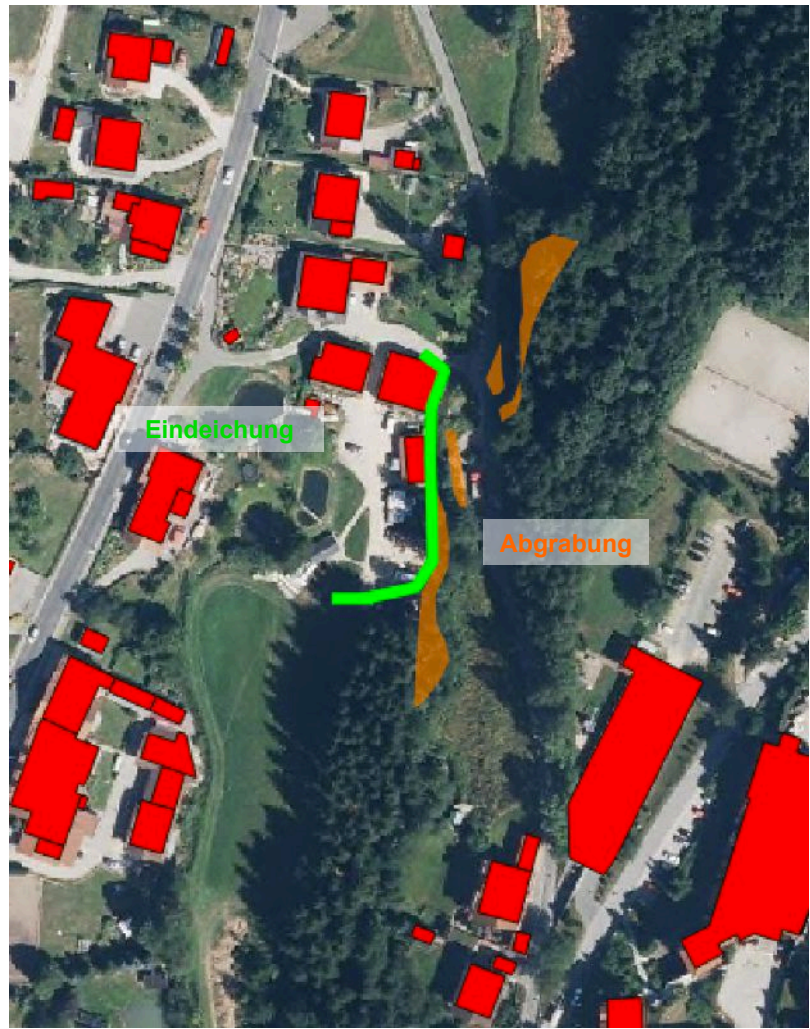
11 Hochwasserschutzvariante Mais M1

Hochwasserschutzvariante M1	
Bausteine	Innerortsmaßnahmen Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet
	

Innerortsmaßnahmen	
<p>Maßnahmen in Mais 1</p> <ul style="list-style-type: none">• Vorlandabgrabung 0,7 m, 1800 m²• Eindeichung bis 1 m hoch, 130 m	 <p>The image is an aerial photograph of a residential area. Buildings are outlined in red. Two orange shaded areas are labeled 'Abgrabung' (excavation). A green line is labeled 'Eindeichung' (dike). Blue triangles along the bottom left edge indicate the direction of water flow.</p>

Maßnahmen in
Mais 2

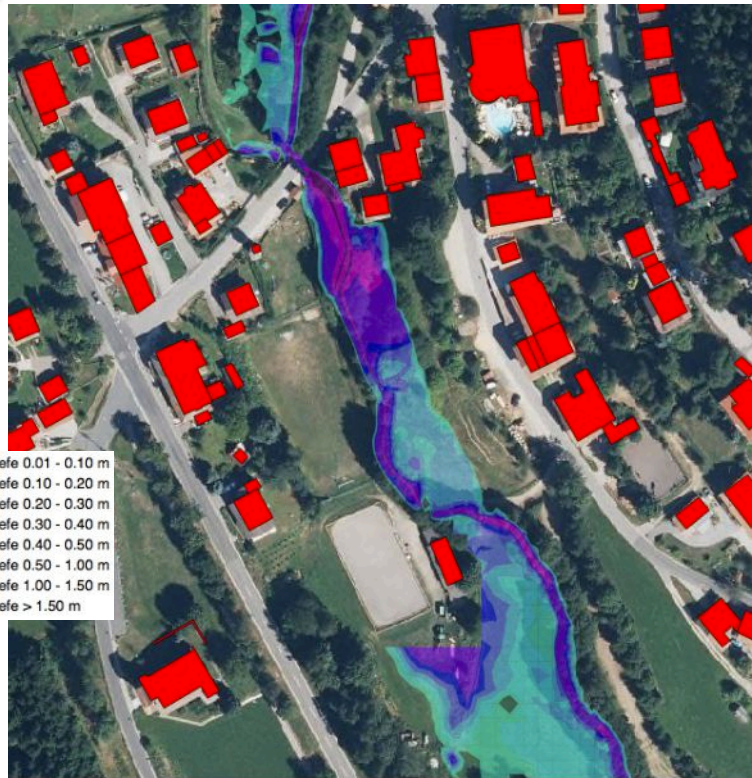
- Vorlandabgrabung
0,7 m, 700 m²
- Eindeichung bis 1
m hoch, 90 m



Ergebnisse der Strömungsbe-
rechnungen

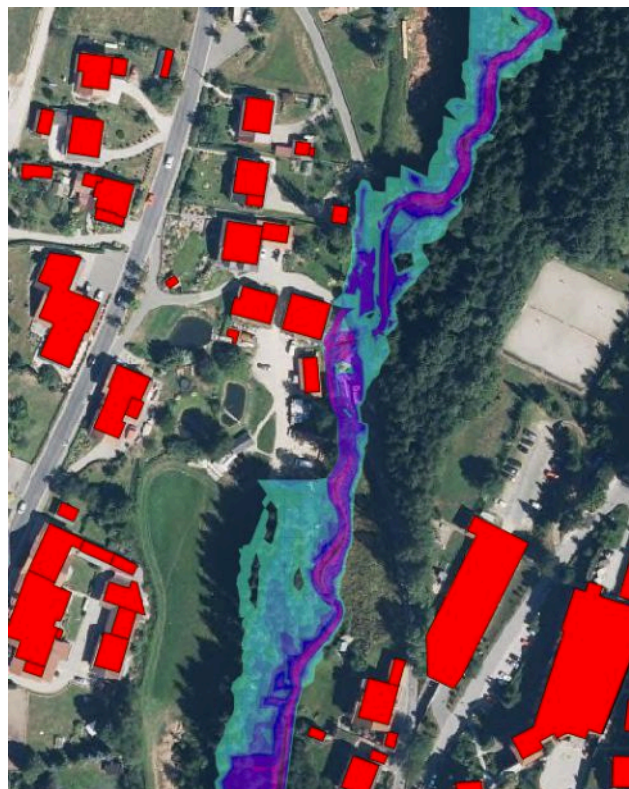
Strömungsberechnungen für Mais M1-HQ100+15%

- Strömungssituation
in **Mais**



HQ100+15%

- Strömungssituation
in **Mais**



HQ100+15%

<p>Bewertung der Variante Mais M1</p>	<p>Die Hochwasserschutzvariante Mais M1 besteht aus einer Kombination von Innerortsmaßnahmen und Bausteinen zur Abflusslenkung und Retention im unmittelbaren Einzugsbereich der Ortschaft. Damit ist, wie die Strömungsberechnungen zeigen, ein nachhaltiger HQ100-Schutz der bebauten Gebiete möglich.</p> <p>Auf den Einbau eines Rückhaltebausteines (Becken oberstrom von Mais) wird bei dieser Variante verzichtet. Strömungsberechnungen für die reinen Rückhaltevarianten V3 und V4, die auch Hochwasserrückhaltebecken oberstrom von Mais beinhalten, zeigen, dass ein effektiver Hochwasserschutz für Mais nur mit großen Becken möglich wäre.</p> <p>Mit der Kombination von Geländemodellierungen/Eindeichungen und Vorlandabgrabungen, so wie bei Variante M1 vorgesehen, kann kostengünstiger ein nachhaltiger Hochwasserschutz für Mais erreicht werden. Zudem können die Vorlandabgrabungen auch zu einer ökologischen Gewässerentwicklung genutzt werden.</p> <p>Die Variante M1 bietet einen vollwertigen HQ100-Schutz für die besiedelten Bereiche von Mais.</p>
---------------------------------------	--

12 Hochwasserbrennpunkt Dammermühle am Schicher Bach

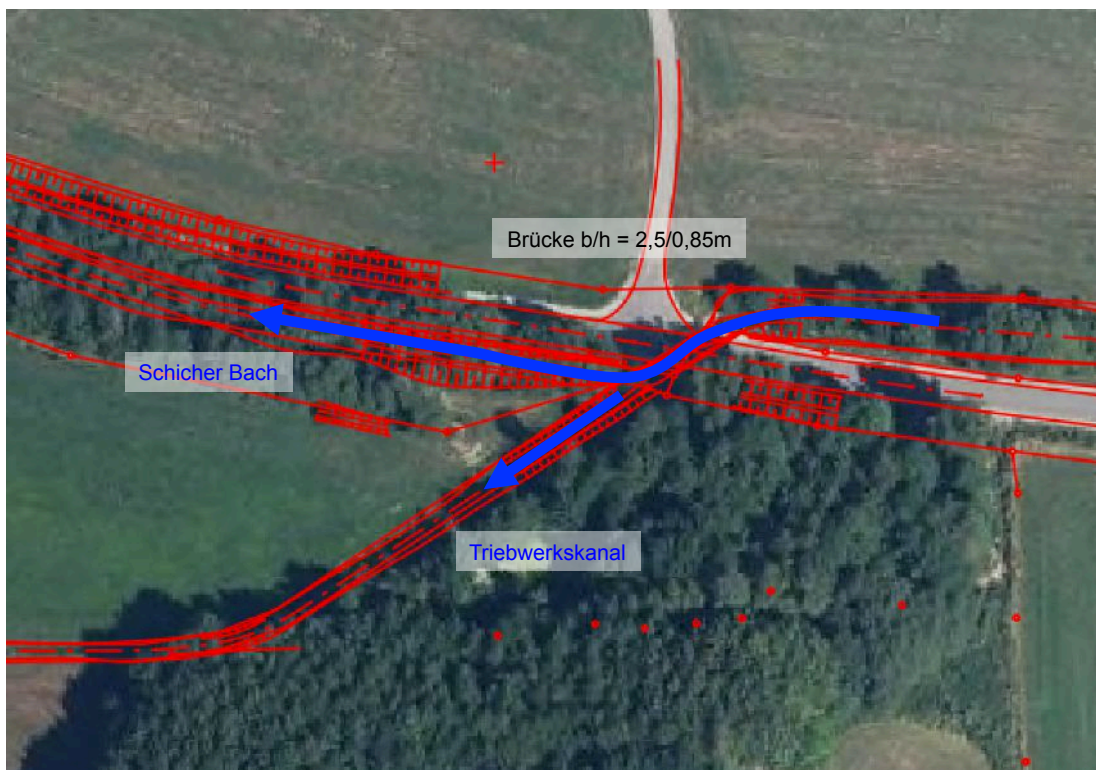
Um den Hochwasserbrennpunkt Dammermühle analysieren zu können, wurde das Strömungsmodell für Neukirchen um den Schicher Bach ergänzt.

Die örtliche Situation stellt sich folgendermaßen dar:

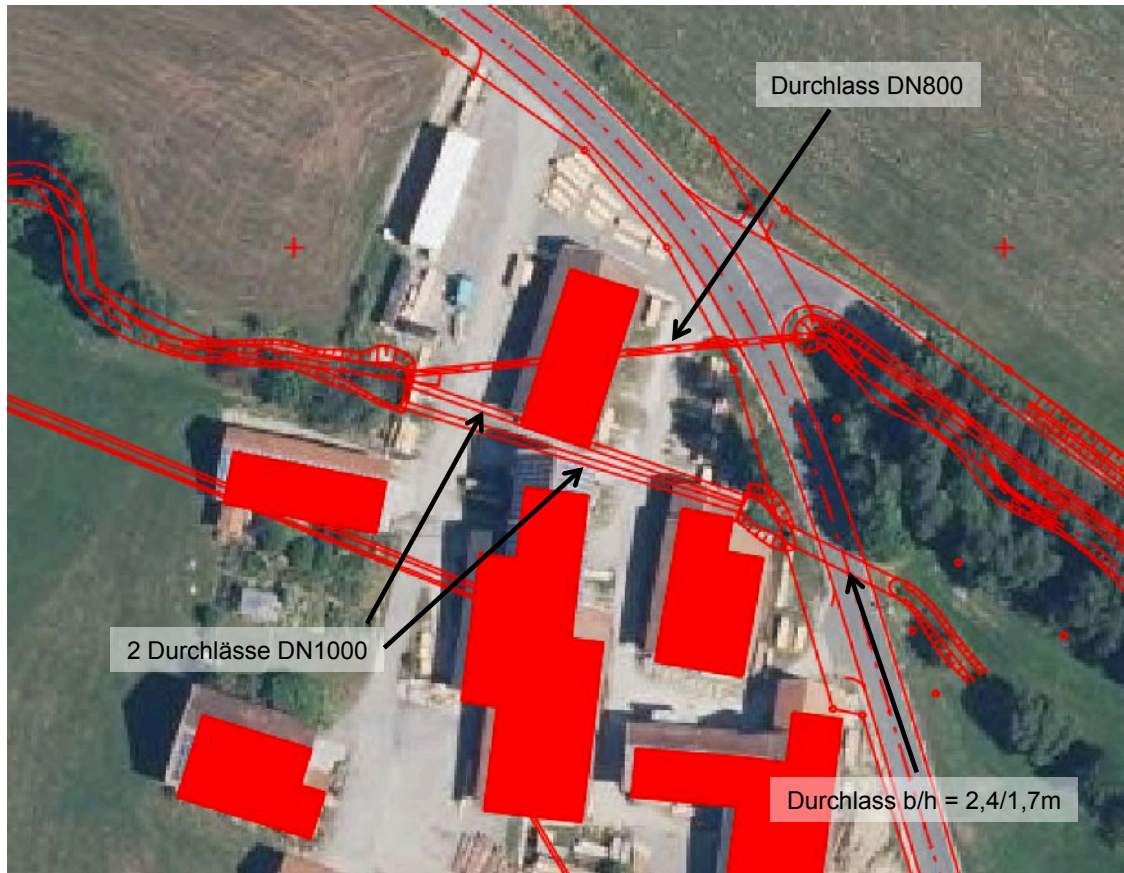


Örtliche Situation – Vermessung Übersicht

- Etwa 300 m oberstrom der Dammermühle quert der Schicherbach eine Straße. Nach der Straßenquerung zweigt linksseitig der Triebwerkskanal vom Schicherbach ab.



- Unmittelbar oberhalb des Anwesens Dammermühle quert die Straße von Lamberg nach Neukirchen den Talraum.
- Im Bereich des Anwesens Dammermühle ist der Schicherbach großteils verrohrt. Die Leitungsführung sowie die Dimensionen der Verrohungen sind in den nachfolgenden Bildausschnitten enthalten.



Bei HQ100 fließen laut den hydrologischen Berechnungen am Schicher Bach im Bereich der Dammermühle 7,2 m³/s ab. Die Ergebnisse der Berechnungen für das HQ100 im Istzustand zeigen die folgenden Wassertiefendarstellungen:

Strömungsberechnungen – Schicher Bach

- Strömungssituation
Dammermühle
am Schicherbach

HQ100-Ist



Der nördliche bebaute Bereich des Anwesens wird flächig überflutet. Es ist deutlich erkennbar, dass die vorhandenen Verrohrungen nicht ausreichen, den Hochwasserabfluss aufzunehmen. Bei HQ100 wird deshalb die Straße überflutet und das Wasser fließt dem Geländeverlauf folgend über die bebaute Fläche des Anwesens. Ebenso tritt das Hochwasser aus dem offenen Gerinne zwischen dem Durchlass der Straßenquerung $b/h = 2,4/1,7$ und den beiden Durchlässen DN1000 und überströmt das Betriebsgelände der Dammermühle.

Bei einer Ortseinsicht am 8. Februar 2016 war außerdem festzustellen, dass auch auf den, bei Hochwasser überfluteten, Bereichen des Betriebsgeländes Holz gelagert wird. Dies führt im Hochwasserfall zu einer Verschärfung der Situation und birgt die Gefahr von Abschwemmungen des Holzes mit Verklauungsgefahr an unterstrom liegenden Engstellen am Gewässer, wie z. B. Brücken und Durchlässe.



Holzlagerung im Überschwemmungsbereich der Dammermühle

Zusammenfassende Beurteilung für mögliche Hochwasserschutzmaßnahmen an der Dammermühle:

- Es muss vorausgeschickt werden, dass etwaige Maßnahmen an der Dammermühle einen Einzelschutz für ein Anwesen darstellen und deshalb von der staatlichen Wasserwirtschaft wohl nicht gefördert werden können.
- Folgende Maßnahmen sind sinnvoll und sollten umgesetzt werden:
 - Das Gewässer im Bereich der Dammermühle wieder öffnen und so die Leistungsfähigkeit bei Hochwasser erhöhen.
 - Den überfluteten Vorlandbereich von zusätzlicher Bebauung freihalten.
 - Den überfluteten Vorlandbereich von Holzablagerungen freihalten.

13 Zusammenfassung und Wertung der Hochwasserschutzvarianten

In den nachfolgenden Tabellen sind die entwickelten Hochwasserschutzvarianten gegenüber gestellt und nach verschiedenen Kriterien bewertet. Dabei sind die positiven bzw. negativen Wertungen farbig markiert.

Es bedeuten: Grün - positiv; Rot - negativ.

Die beiden ersten Tabellen zeigen der Vollständigkeit halber auch die Varianten, die nicht im Einzelnen vorgestellt wurden. Diesen sechs Varianten ist gemein, dass sie keinen vollwertigen HQ100-Schutz bieten können. Als Vorzugsvariante kommen sie deshalb nicht in Frage.

HWS Neukirchen Zusammenfassung und Wertung

	V1	V2	V3
Abfluss im Ortsbereich Neukirchen	16,5 m³/s	13,8 m³/s	25,0 m³/s
HQ100-Schutz	nein	nein	nein
Hochwasserrückhaltebecken	1 (RH1)	3 (RH1+RH4+RH5)	5 RH3+RH6+RH2+ RH5+RH4)
Einstauhöhen	8,0 m	8,0+6,5+6,0 m	7,4+7,8+7,0+6,0 +6,5 m
ges. Rückhaltevolumen	428.000 m³	497.000 m³	241.000 m³
Innerormaßnahmen			
Vorlandabtrag, Flutmulden			
Eindeichung/Geländemodellierung			
Durchlässe			
Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet			
Geländemodellierung und Mulden			
Verrohrungen/Straßenquerungen			

HWS Neukirchen
Zusammenfassung und Wertung

	V4	V1a	V5a
Abfluss im Ortsbereich Neukirchen	13,6 m³/s	16,5 m³/s	19,9 m³/s
HQ100-Schutz	nein	nein	nein
Hochwasserrückhaltebecken	7 RH3+RH7+RH6+ RH2*RH1+RH5+ RH4)	1 (RH1)	2 (RH1+RH4a)
Einstauhöhen	7,4+6,0+7,4+7,0 +6,9+6,0+6,5 m	8,0 m	4,5+1,7 m
ges. Rückhaltevolumen	547.000 m³	428.000 m³	118.000 m³
Innermaßnahmen			
Vorlandabtrag, Flutmulden		4300 m²	3600 m²
Eindeichung/Geländemodellierung		500 m	400 m
Durchlässe		1	1
Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet			
Geländemodellierung und Mulden		7300 m	7300 m
Verrohrungen/Straßenquerungen		12	12

Die dritte Tabelle zeigt die drei Varianten, die einen ausreichenden HQ100-Schutz bieten. Alle drei Varianten bestehen aus einer Kombination von Hochwasserrückhaltebausteinen, Innerortsmaßnahmen und Abflusslenkung/Retention in den Einzugsgebieten.

HWS Neukirchen Zusammenfassung und Wertung

	V1b	V5	V5b
Abfluss im Ortsbereich Neukirchen	16,5 m³/s	15,4 m³/s	19,9 m³/s
HQ100-Schutz	ja	ja	ja
Hochwasserrückhaltebecken	1 (RH1)	2 (RH1+RH4a)	2 (RH1+RH4a)
Einstauhöhen	8,0 m	8,0+1,7 m	4,5+1,7 m
ges. Rückhaltevolumen	428.000 m³	439.000 m³	118.000 m³
Innerortsmaßnahmen Neukirchen+Mais			
Vorlandabtrag, Flutmulden	6800 m²	6100 m²	7600 m²
Eindeichung/Geländemodellierung	800 m	620 m	1110 m
Durchlässe	1	1	1
Abflusslenkung und Retention im Einzugsgebiet			
Geländemodellierung und Mulden	7300 m	7300 m	7300 m
Verrohrungen/Straßenquerungen	12	12	12
Baukosten netto (T€)	3.500	3.700	2.900

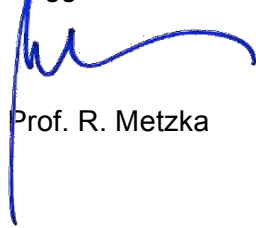
In Abwägung der einzelnen Vor- und Nachteile der 3 vollwertigen Schutzvarianten **wird Variante V5b als Vorzugsvariante** vorgeschlagen:

- Die Hochwasserwelle in Neukirchen kann bei dieser Variante V5b mit Hilfe der beiden Becken RH1 am Freybach und RH4a am Klapfenbach auf ein gutes Maß gedrosselt werde (um 43% gegenüber dem Istzustand am Ortsausgang von Neukirchen).
- Im Vergleich zu den beiden anderen Varianten V1b und V5 ist damit das Dämpfungsvermögen des Hochwasserscheitels kleiner. Dies ist damit begründet, dass das Rückhaltevermögen des Hochwasserrückhaltebeckens RH1 bei Variante V5b auf 107.000 m³ verringert wird. Durch die Verminderung des Rückhalteraaumes ist es jedoch auch möglich, die Einstauhöhe deutlich, von 8,0 auf 4,5 m, zu verkleinern und dadurch die erforderliche Dammhöhe enorm zu drücken.
- Die Innerortsmaßnahmen der Variante V5b bestehen aus Gewässeraufweitungen (gegliederte Flussprofile), Flutmulden und Vorlandabgrabungen, die im Sinne des ökologischen Gewässerausbaus entwickelt werden. Des Weiteren sind Geländemodellierung

gen und Deiche/Mauern erforderlich, um die Hochwasserfluten des Freybaches und insbesondere auch seiner Nebengewässer von den bebauten Flächen fernzuhalten.

- Gegenüber den Varianten V1b und V5 müssen bei Variante V5b am Freybach am Ortseingang zusätzliche Vorlandabgrabungen und Geländemodellierungen durchgeführt werden. Diese können ökologisch entwickelt werden.
- Zudem ist es durch die erhöhte Abgabe aus dem Hochwasserrückhaltebecken RH1 erforderlich, den Freybach im Kernbereich von Neukirchen mit Hochwasserschutzmauern einzudeichen. Die erforderliche Höhe der Mauern beträgt jedoch nur 1 m, so dass sie gut in das Ortsbild zu integrieren sind.
- In Mais sind als Innerortsmaßnahmen Geländemodellierungen/Deiche sowie Vorlandabgrabungen zur Leistungssteigerung des Gewässers geplant. Die Vorlandabgrabungen können ebenfalls wieder im Sinne eines ökologischen Gewässerausbaus entwickelt werden.
- Variante V5b beinhaltet, so wie auch die beiden anderen Varianten V1b und V5, insgesamt etwa 7300 m Geländemodellierungen mit Retentionsmulden in den ortsnahen Einzugsgebieten, um die Hochwasserwellen zu lenken und die Scheitel zu dämpfen. Damit ist es möglich, nicht nur die Kernbebauung zu schützen, sondern auch Siedlungsbereiche außerhalb von Neukirchen.
- Die Gegenüberstellung der Baukosten der drei infrage kommenden Varianten zeigt klare Vorteile für die Variante V5b. Mit geschätzten Baukosten (Netto) von etwa 2,9 Mio € ist sie um etwa 0,6 Mio € günstiger als die nächst liegende Variante V1b.

Duggendorf, 08.06.16



Prof. R. Metzka