

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitichgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{100}) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario $HQ_{\text{häufig}}$) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ_{100}
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

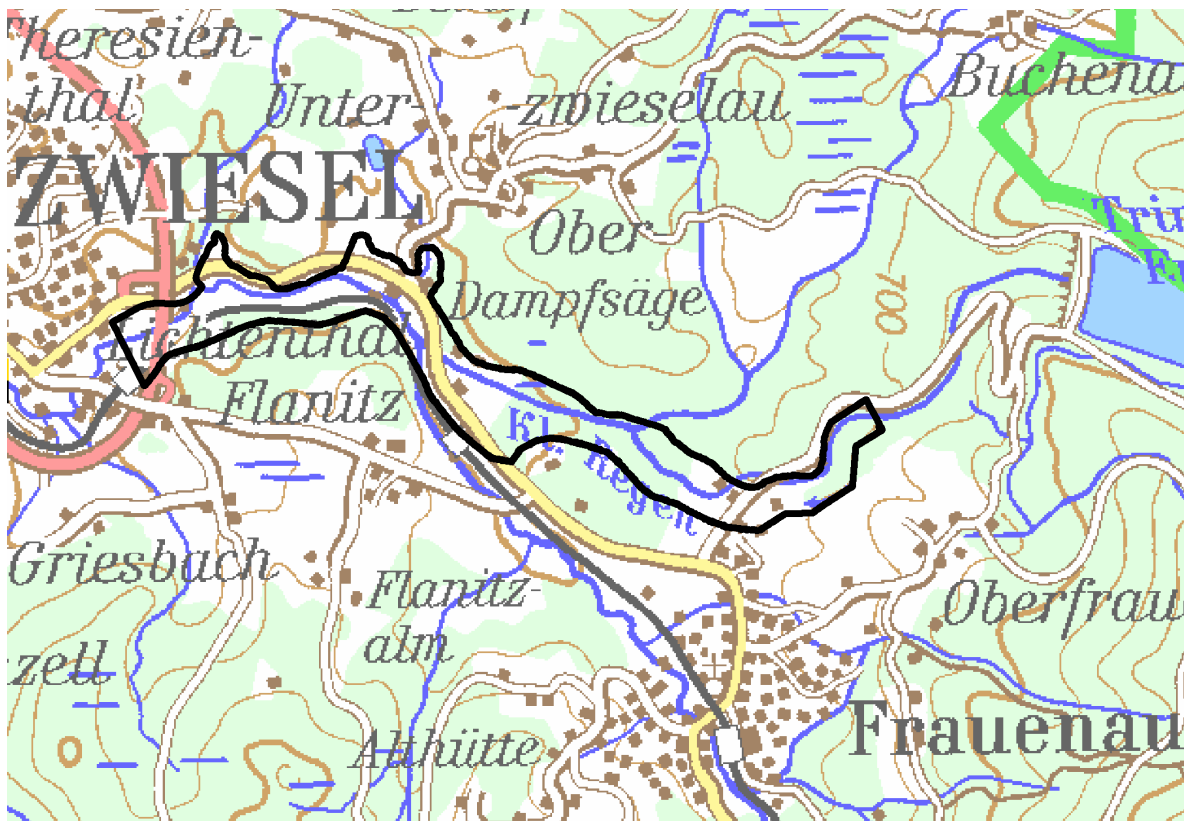
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ₁₀₀ von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflusspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

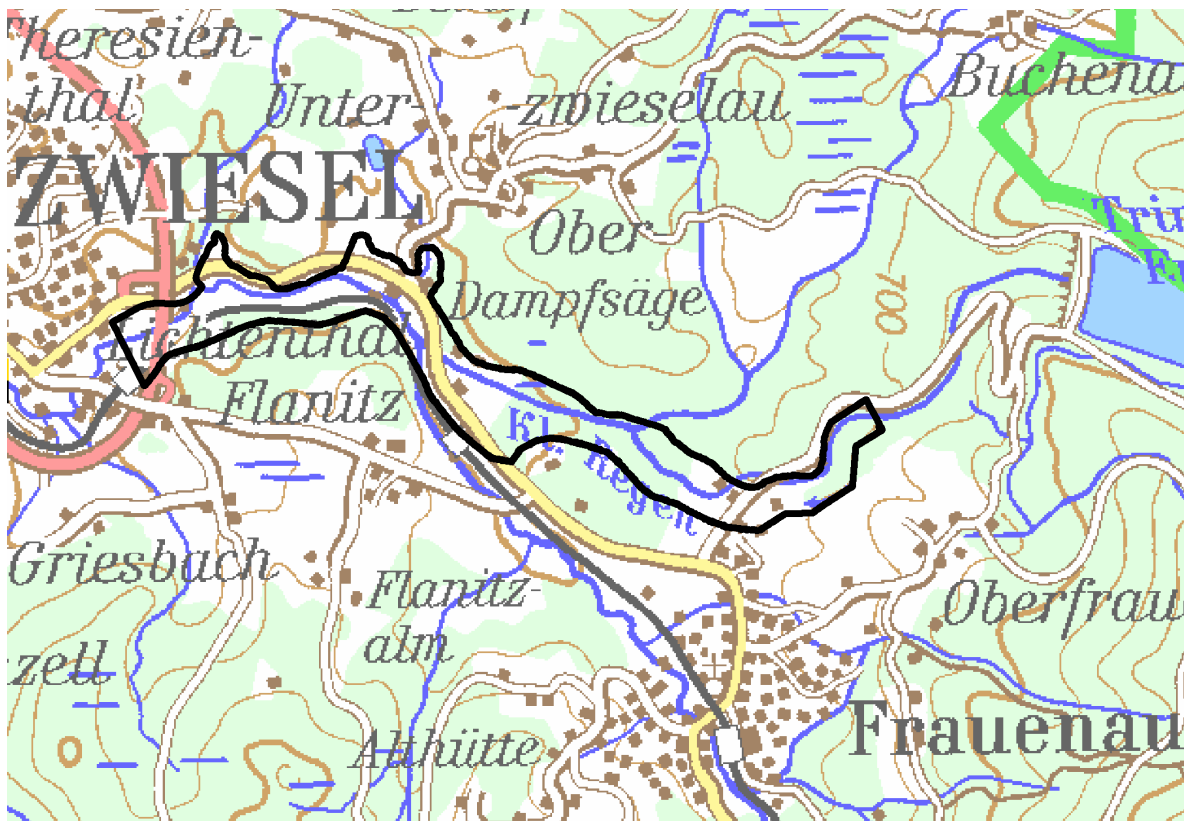
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensonnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

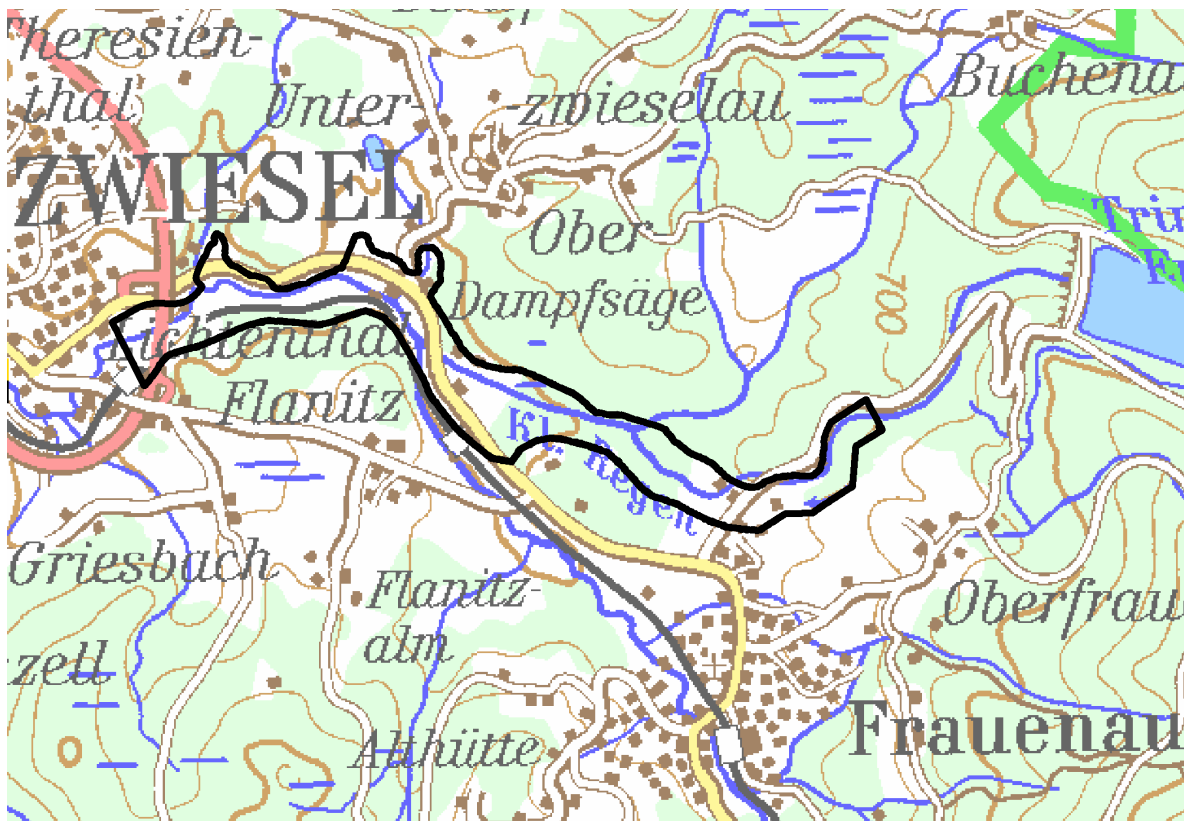
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ₁₀₀ von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.



Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

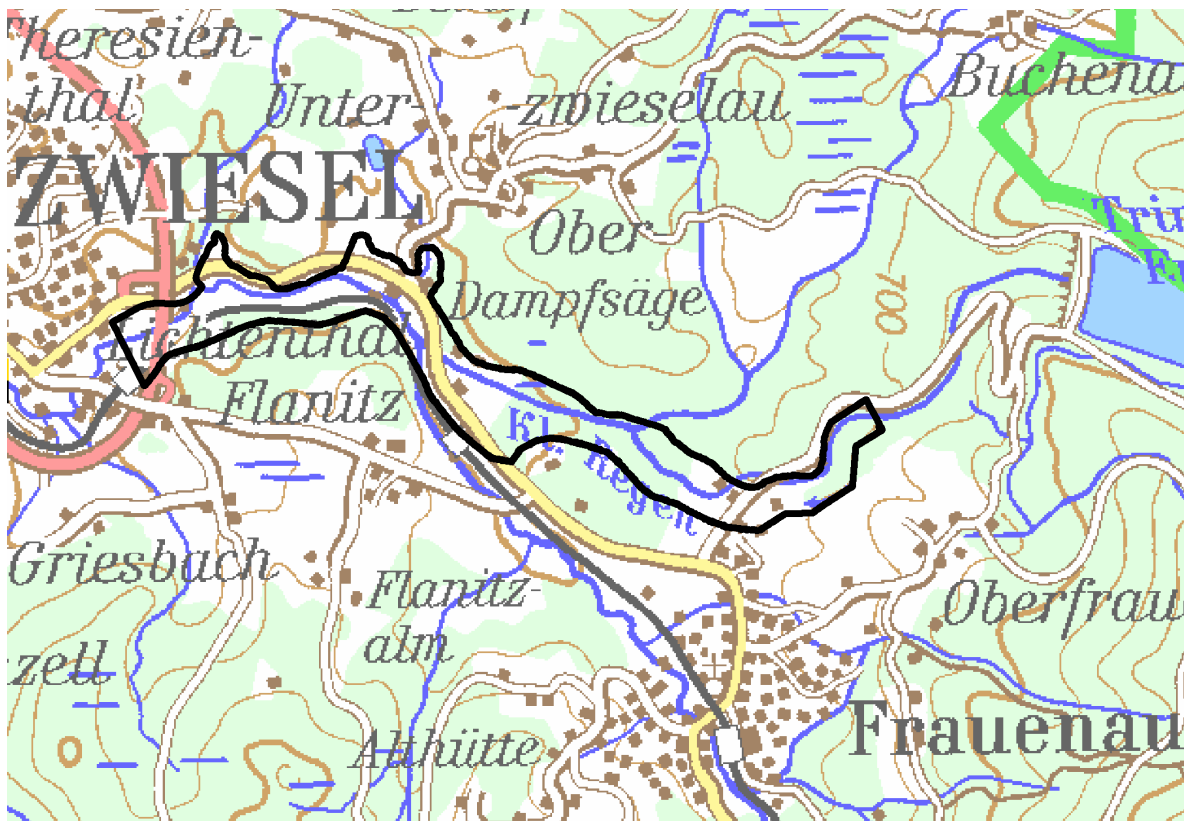
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdickte von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiesel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflusspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

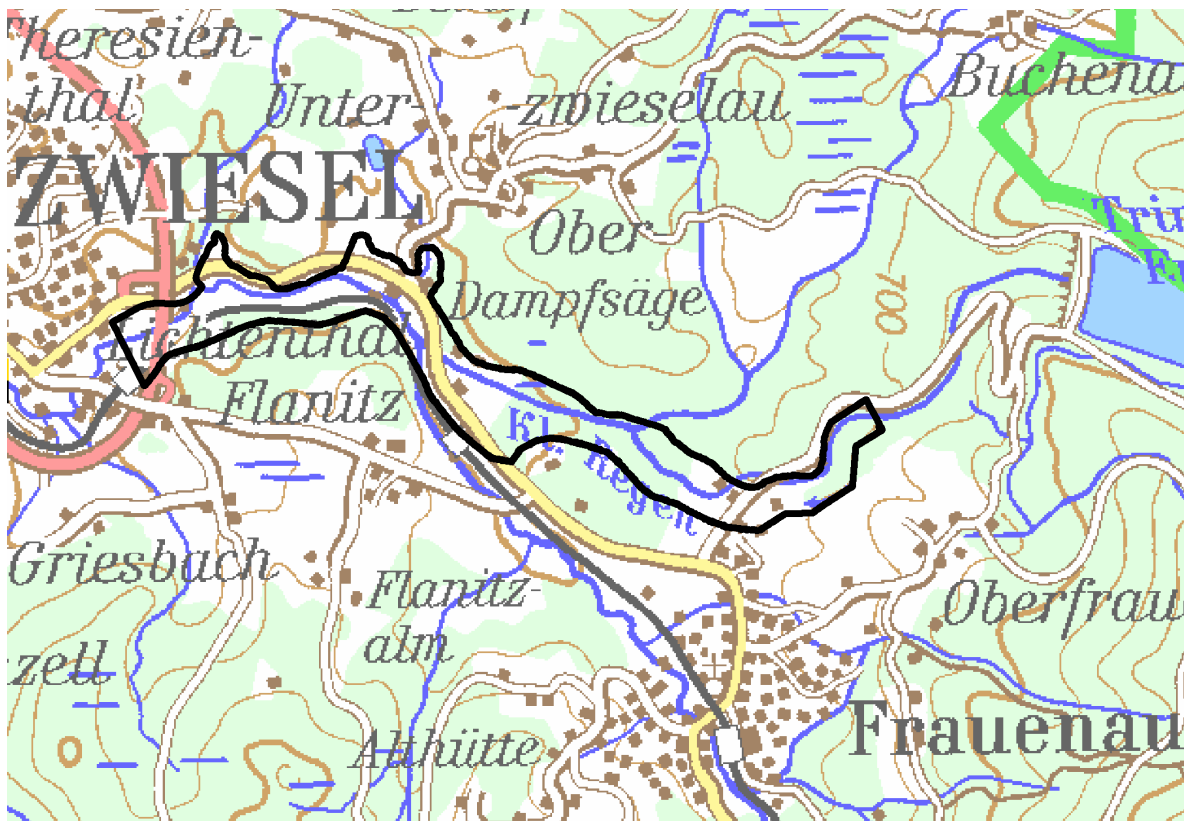
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ₁₀₀ von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.



Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

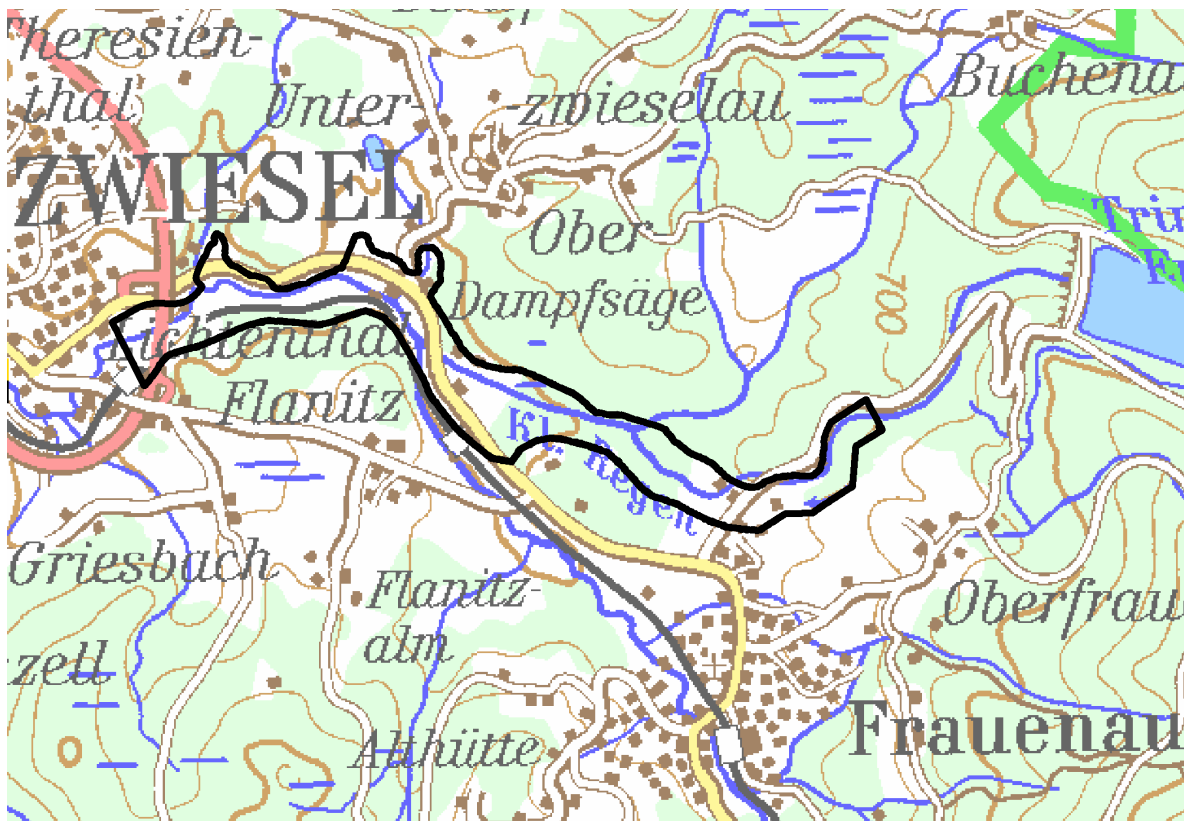
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdickte von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutz zwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

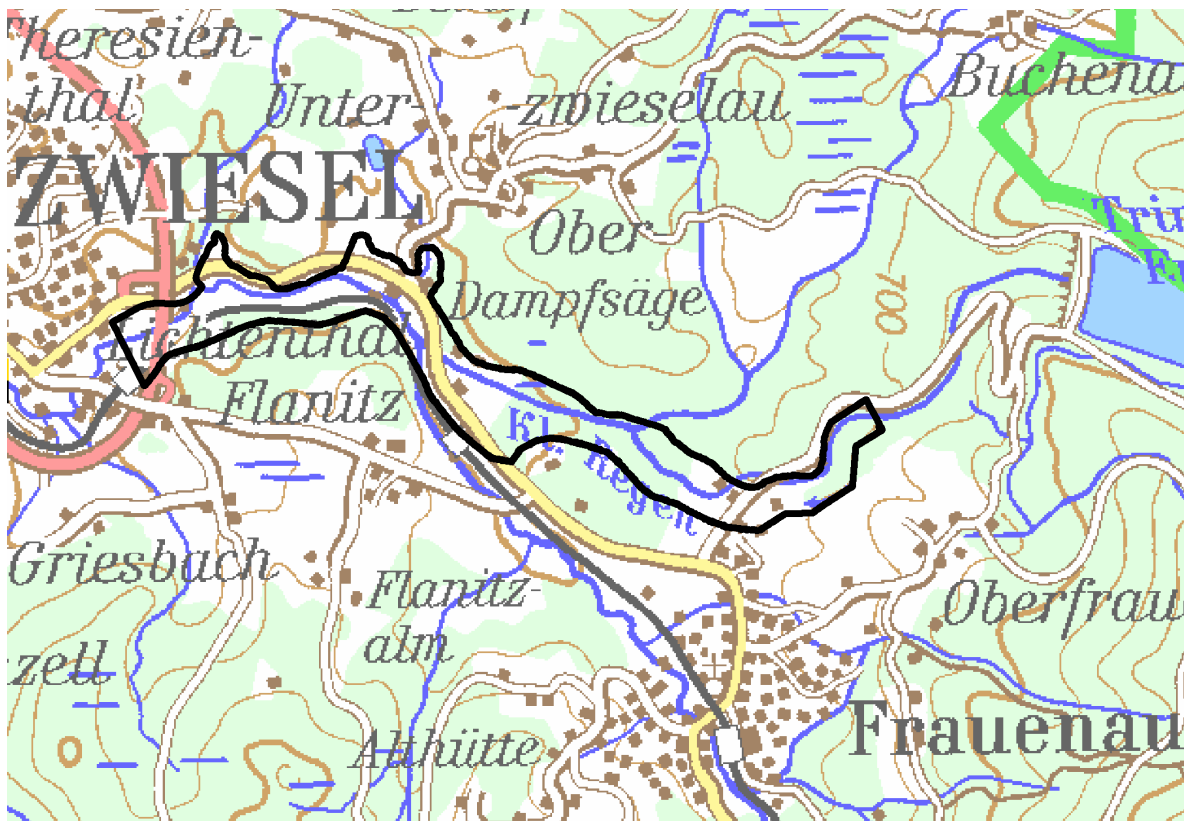
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdickte von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ₁₀₀ von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

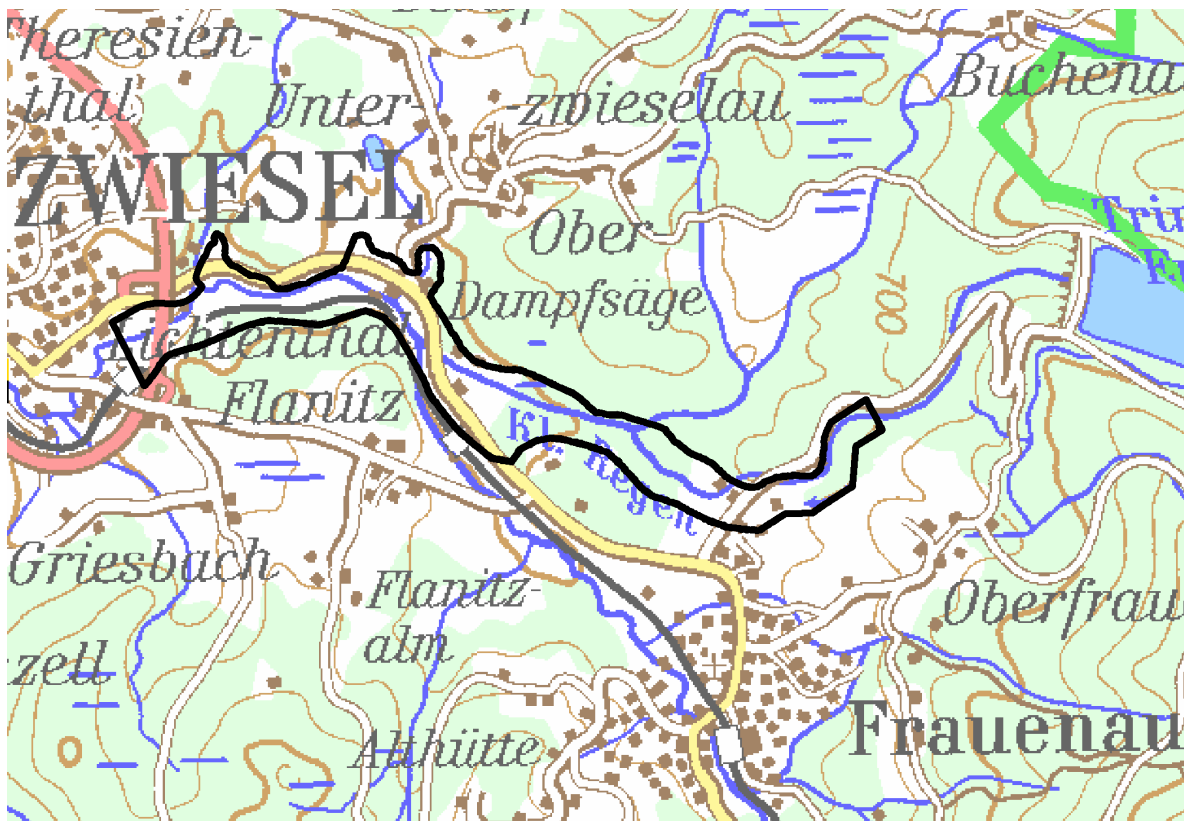
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdickte von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiesel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitichgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

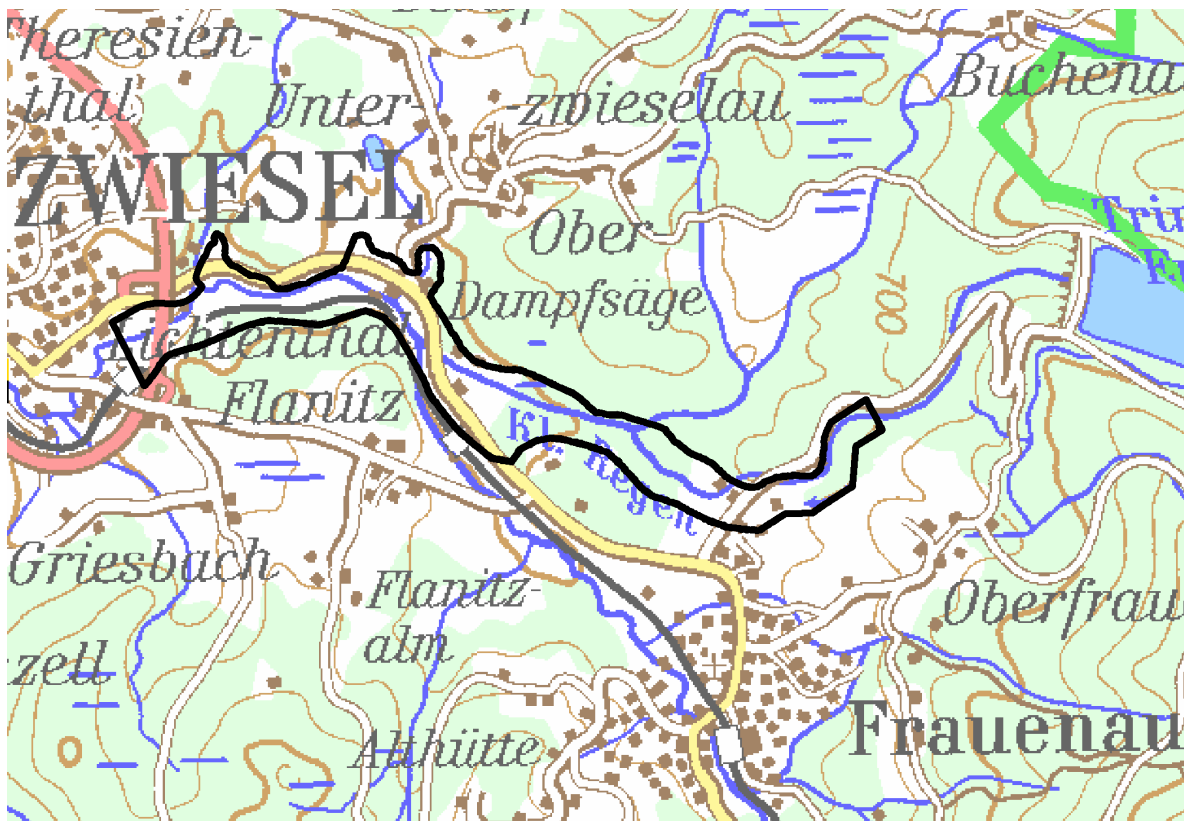
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ₁₀₀ von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiesel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

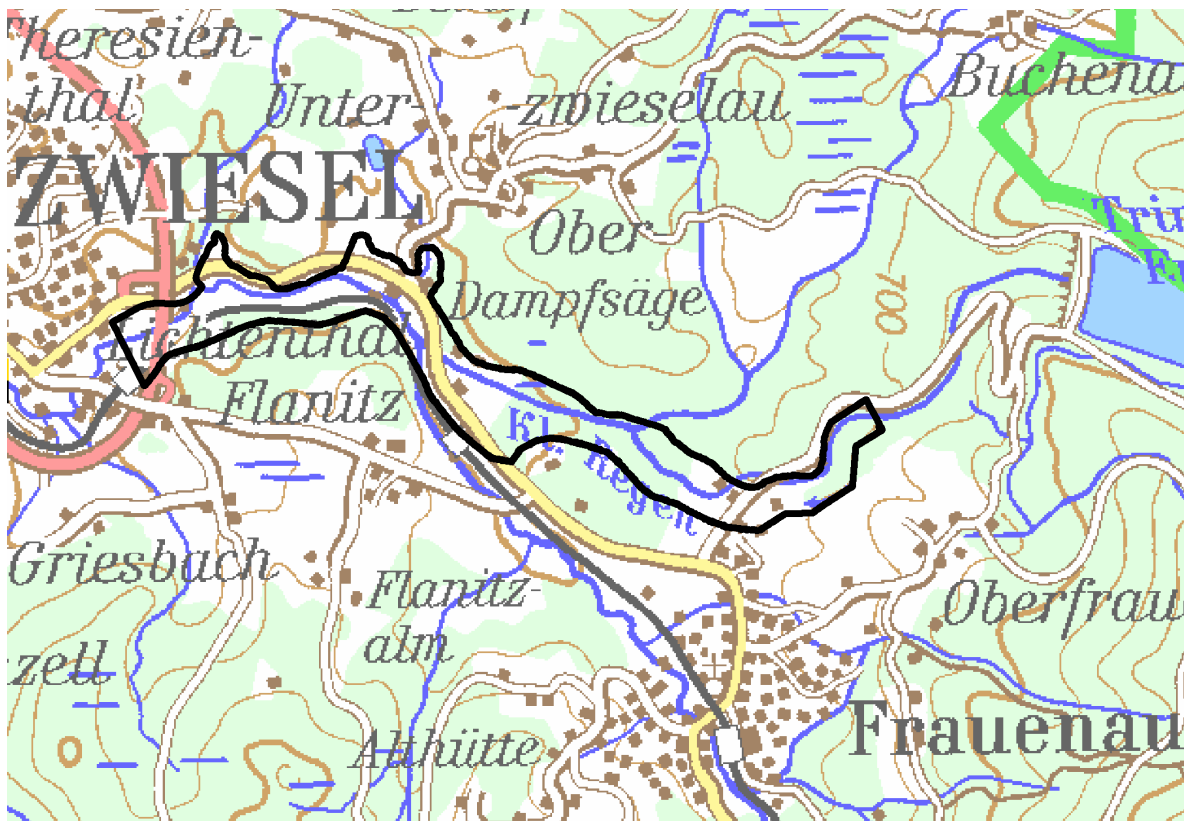
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_{\mu} hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsbereichsgrenzen wurden durch Ortsbegehungen in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmitteln entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ₁₀₀ von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutzzwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

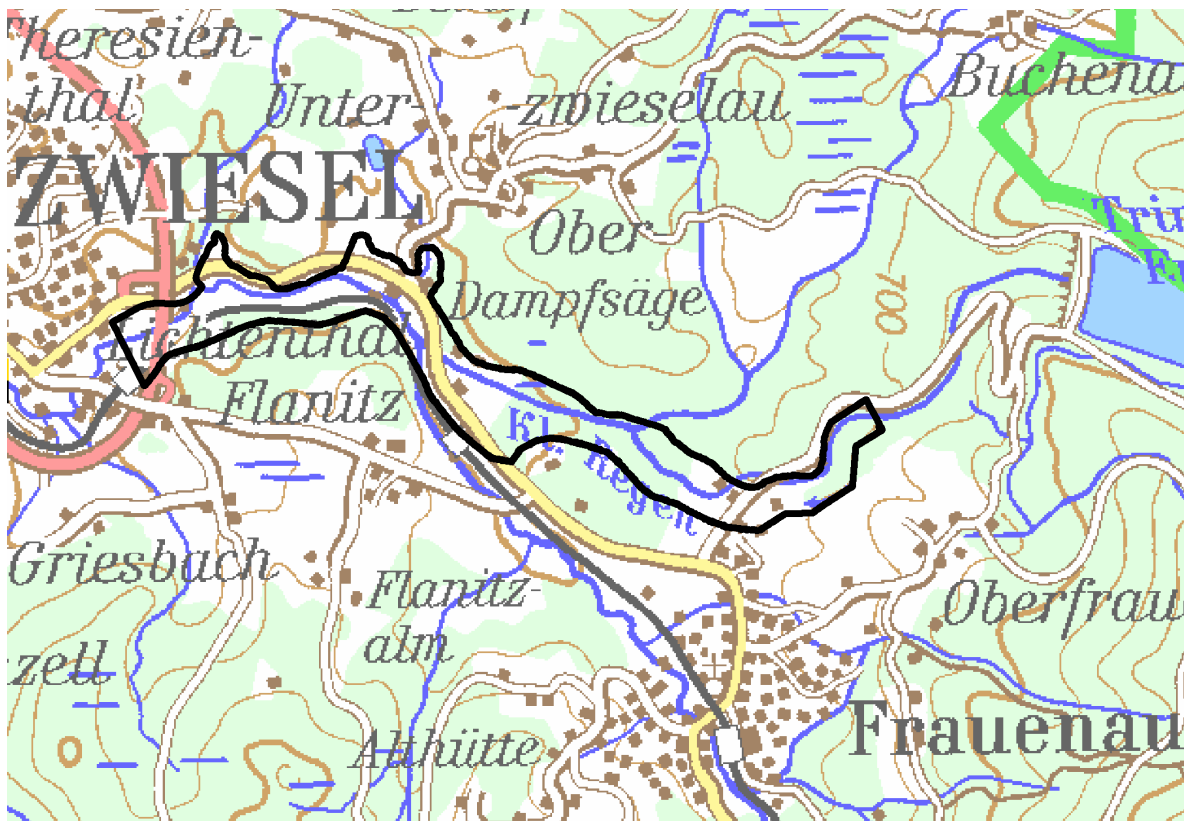
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiesel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutz zwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

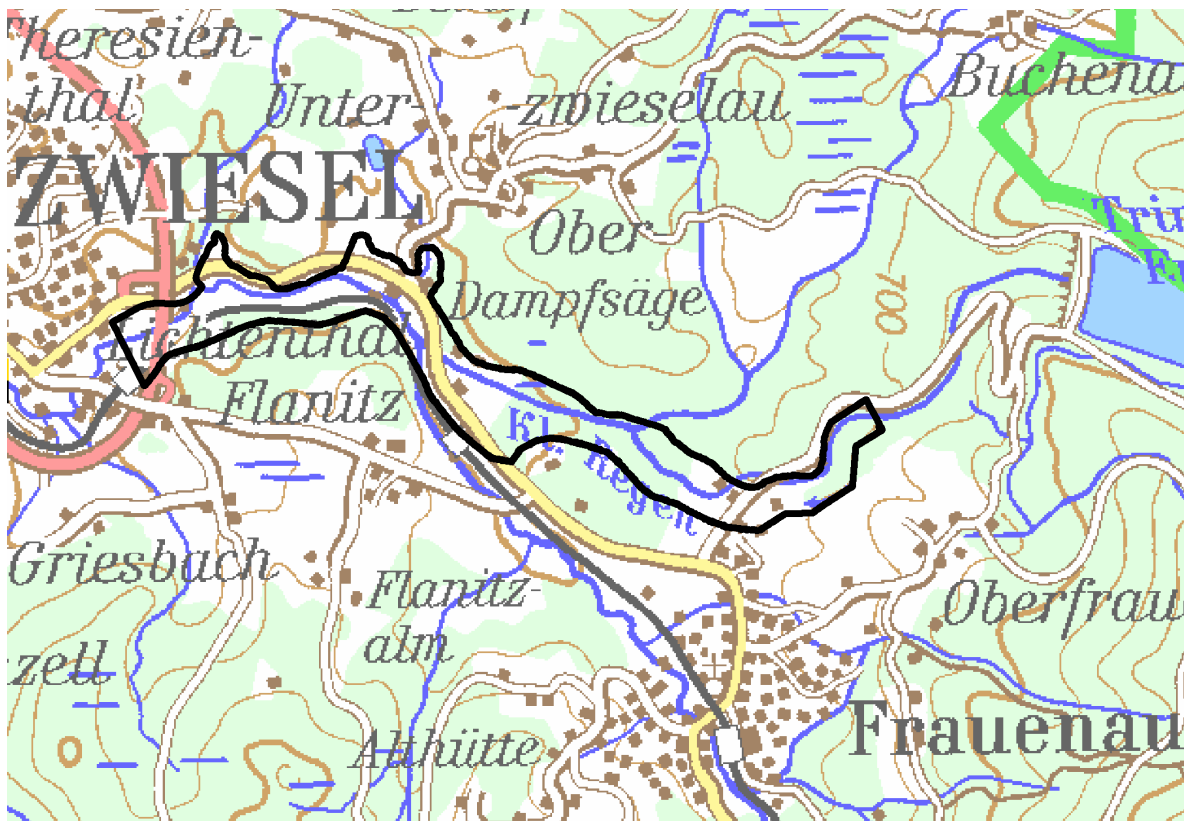
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_{\mu} h \nu$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutz zwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

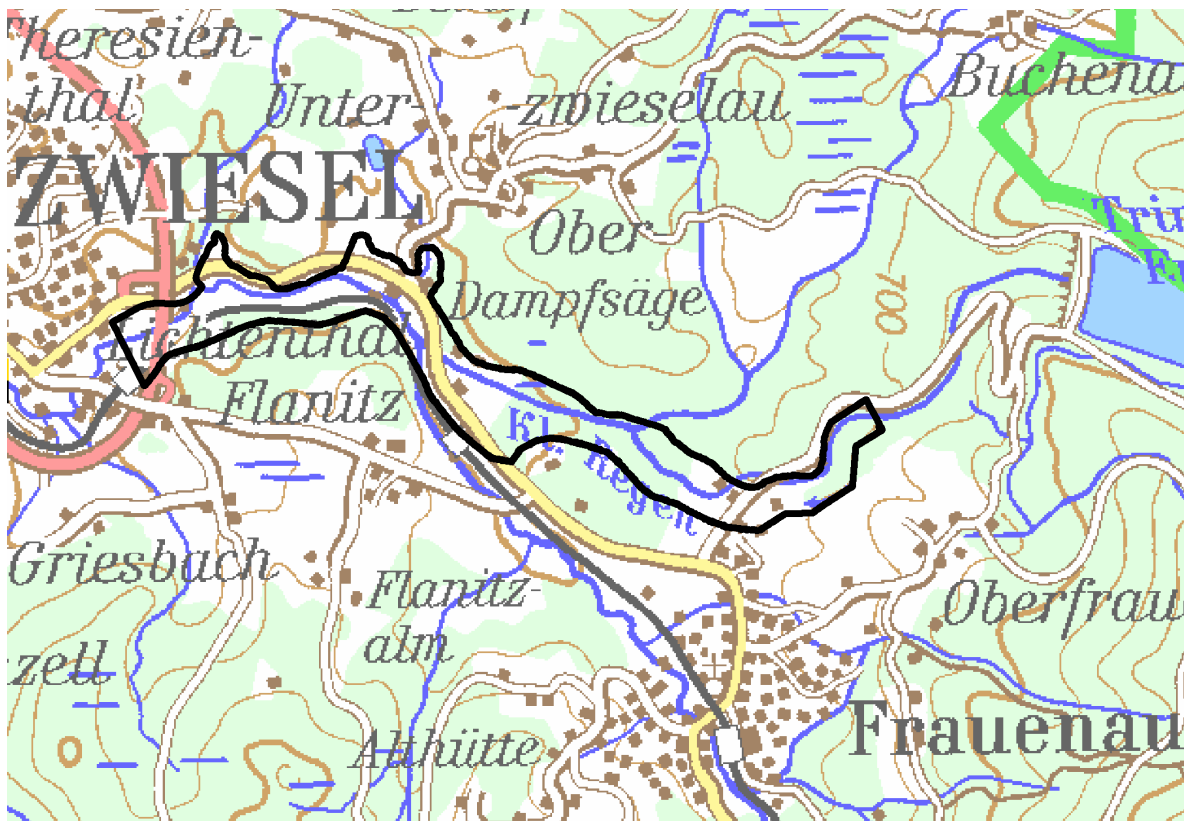
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdickte von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_\mu hV$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm

ANLAGE 1

**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets am Kleinen Regen
Gewässer II, ausgebauter Wildbach und Gewässer III (Wildbach),
von der Mündung in den Schwarzen Regen (Fluss-km 0,000)
bis ca. Fluss-km 9,0 (1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau)
Stadt Zwiesel und Gemeinden Frauenau und Lindberg, Landkreis Regen**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

1. Anlass, Zuständigkeit

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein HQ_{100} und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein HQ_{100} zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das HQ_{100} ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt des Kleinen Regen liegt innerhalb des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen.

Da das Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen ausschließlich im Bereich des Landkreises Regen liegt, ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf und für das durchzuführende Festsetzungs- bzw. Sicherungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Regen sachlich und örtlich zuständig.

Mit Bekanntmachung im Amtsblatt für den Landkreis Regen Nr. 04 vom 27.03.2007 wurde das vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf ermittelte Überschwemmungsgebiet des Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel (Fluss-km 0,0 bis 2,8) gemeinsam mit den Überschwemmungsgebieten des Schwarzen Regen und des Großen Regen ortsüblich bekanntgemacht. Die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel trat am 01.01.2008 in Kraft. Mit Bekanntmachung des Landratsamtes Regen vom 27.11.2012 wurde die vorläufige Sicherung des ermittelten Überschwemmungsgebietes am Kleinen Regen im Bereich der Stadt Zwiesel bis zum 31.12.2014 verlängert.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen des Kleinen Regen für ein HQ_{100} von Fluss-km 0,0 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) möglich.

2. Ziel

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden
- Erosion im Überschwemmungsgebiet vermieden und verringert werden.

Die amtliche Festsetzung des Überschwemmungsgebiets dient zudem der Erhaltung der Gewässerlandschaft im Talgrund und ihrer ökologischen Strukturen. Dies deckt sich insbesondere auch mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen

3.1 Gewässer

Das oberirdische Gesamteinzugsgebiet des Kleinen Regen reicht bis zu den Gipfeln des Kiesruck (1265 m ü.NN) im Norden, Großen Rachel (1452 m ü.NN) im Osten und den Nordosthängen des Wagensohnriegels (950 m ü.NN) im Süden. Die Hauptzuflüsse des Kleinen Regen im Untersuchungsbereich sind der Pommerbach ($A_{EO} = 14 \text{ km}^2$), die Flanitz ($A_{EO} = 43,9 \text{ km}^2$) und der Rothbach ($A_{EO} = 8 \text{ km}^2$).

Auf dem Berechnungsabschnitt weist das Gewässer ein relativ hohes durchschnittliches Sohlgefälle von rd. 1 % auf (von ca. 650 m ü.NN am Berechnungsbeginn bis ca. 556 m ü.NN im Bereich der Mündung).



Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Mündung in den Schwarzen Regen in Zwiessel bis ca. 500 m oberstrom des Ortsteils Dörfelmühle bzw. ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre (TWT) Frauenau, insgesamt auf eine Gewässerslänge von etwa 9 km.

Das Gefälle des Einzugsgebietes ist tendenziell nach Westen orientiert.

Der nachfolgende Übersichtslageplan zeigt die örtliche Situation im Stadtgebiet Zwiesel, sowie die Gewässerlandschaft im Untersuchungsgebiet im Bereich des Kleinen Regen.



3.2 Hydrologische Daten

Die Hydrologie des Kleinen Regens ist unterhalb des 1982 errichteten Trinkwasserspeichers (TWT) Frauenau vom Speicher beeinflusst. Dieser Einfluss wurde bei der Überschwemmungsgebietsausweisung berücksichtigt.

Grundlage für die Erstellung des nachfolgend aufgeführten HW-Längsschnittes für diesen Gewässerabschnitt ist die Pegelstatistik des Pegels Lohmannmühle nach Bau des Speichers (Zeitreihe: 1983-2003).

Der am Speicherabfluss der TWT Frauenau vorliegende HQ_{100} Wert von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ entstammt der Untersuchung „Hochwasserschutzwirkung der Trinkwassersperre Frauenau“ (Firma Ludwig, 2005) mittels N-A-Modellierung unter Betrachtung des Szenario 1 „Rückhaltung lediglich in der Retentionslamelle [normales Stauziel 767 m ü. NN], unter Berücksichtigung der bekannten Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung“. Demnach bewirkt die Speicherretention im HW-Fall eine Reduktion des Scheitelabflusses von annähernd $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Eichereignis war bei dieser Szenariobetrachtung das HW 2002.

Der Wert 52 m³/s am Auslass der TWT Frauenau wurde laut amtlicher Überprüfung des Bauwerkes für ein HQ₁₀₀₀-Ereignis angesetzt und für das Ereignis HQ_{extrem} übernommen.

Die Werte für HQ_{häufig} (HQ₅, HQ₁₀ und HQ₂₀) wurden auf Grundlage des Hochwasserlängsschnittes Regen und Regengebiet (LfU, 1995) und unter Berücksichtigung der von Ludwig (2005) ermittelten Speicherretention im HW-Fall abgeschätzt. Die Abflussbeiträge des Zwischengebietes von TWT Frauenau bis Pegel Lohmannmühle wurden mittels linearer Flächenregression unter Berücksichtigung der Abflussspende für alle HQ-Quantile bestimmt.

Ort / Pegel	A _{EO} [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T				
		HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}
TWT Frauenau	31	11	15	19	30	52
vor Pommerbach	36	12	17	21	32	54
nach Pommerbach	50	16	20	25	37	58
vor Flanitz	50,5	16	21	26	38	58
nach Flanitz	94,5	25	31	37	50	67
vor Rothbach	95	25	31	38	51	67
nach Rothbach	103	27	33	39	52	68
Pegel Lohmannmühle	114	29	35	42	55	70

3.3 Natur und Landschaft, Gewässercharakter

Im oberirdische Einzugsgebiet des Kleinen Regen liegt der östliche Stadtbereich von Zwiesel sowie die Ortschaften Lindberg (mit den Ortsteilen Dampfsäge, Ober- und Unterzwieselau, Pochermühle und Buchenau) und Frauenau (mit den Ortsteilen Flanitz, Zwieselau, Dörfel, Dörfelmühle und Oberfrauenau) sowie die TWT Frauenau. Die übrigen Flächen sind größtenteils bewaldet.

Im Berechnungsabschnitt ist der Kleine Regen von der Mündung in den Schwarzen Regen (Zusammenfluss mit dem Großen Regen) bis zur Einmündung der Flanitz (Fließstrecke 5,24 km) als ein Gewässer 2. Ordnung eingestuft. Die restliche Fließstrecke (3,76 km) ist das Gewässer als Wildbach (auf der Strecke von der Einmündung der Flanitz bis zum Steg am Wasserhäuslrundweg nördlich von Zwieselau als ausgebauter Wildbach – Fließstrecke 1,03 km) ausgewiesen.

Im Stadtbereich von Zwiesel ist der Kleine Regen von Fluss-km 0+000 bis 0+675 für Hochwasserschutz zwecke ausgebaut (Ufermauern, Bedeichung). Zudem wurde im Bereich der ausgebauten Wildbachstrecke linksufrig eine kleine Bedeichung angelegt.

Im Berechnungsbereich befinden sich im Kleinen Regen vier Staubereiche aufgrund von Wehranlagen für Wasserkraftanlagen.

3.4 Begriffsbestimmungen

Es gelten folgende Begriffe:

1. **HW₁₀₀** ist der beim Bemessungshochwasser zu erwartende Wasserstand in Metern über Normal Null (m ü.NN), wobei für das Bemessungshochwasser ein Hochwasserereignis angesetzt wird, das statistisch einmal in 100 Jahren (HQ₁₀₀) erreicht oder überschritten wird.
2. **Abflusshemmende Anpflanzungen** sind Ackerkulturen oder Pflanzen (insbesondere Mais, Sonnenblumen, Topinambur, Sorghum (Hirsen), Sudan Gräser, Miscanthus (Chinaschilf, Schwitgrass), die den Abflusswiderstand deutlich erhöhen und in der Lage sind den Hochwasserabfluss so zu beeinflussen, dass eine Erweiterung der berechneten Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes beim HW₁₀₀ zu besorgen ist.

4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen

4.1 Grunddaten

Das Bayerische Landesamt für Umwelt wurde im Rahmen der HWRM-RL mit der Umsetzung der „Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten (HWRK)“ beauftragt. Im Zuge des Hochwasserrisikomanagements werden für die Gewässer, an denen ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erarbeitet. Aufbauend auf die vorhandenen Hochwasserberechnungen für den Kleinen Regen im Stadtgebiet von Zwiesel wurde dabei ein zusätzlicher Berechnungsabschnitt von Fluss-km 2,8 bis ca. 9,0 (ca. 1,8 km unterstrom der Trinkwassertalsperre Frauenau) aufgenommen. Im Projekt HWGK / HWRK ist der Kleine Regen unter der Modell-ID 2071 ausgewiesen. Die Ergebnisse für den Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ wurde für die Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen übernommen.

4.2 Vermessung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen des aufgestellten ArcGIS-Projektes wurden vom Team der Hydrauliker die hydraulisch notwendigen Parameter (Querprofile, Brücken, Wehranlagen, Längsstrukturen, etc.) vorgegeben. Prioritär handelte es sich um die Lage der Profile, sowie die zu vermessenden Längsstrukturen und Durchlässe im Vorland.

Die Uferlinien sind durch den Schnittpunkt der Wasseroberfläche (am Tag der Aufnahme) mit dem Gelände am linken und rechten Ufer definiert.

Die Böschungsoberkante wurde beidseitig als Linienstruktur vermessen. Sie beschreibt den Übergang vom Gewässer in das Vorland.

Durchlässe wurden mit Einlauf- und Auslaufprofil als Linienstruktur erfasst und entsprechend mit zwei Profilen vermessen.

Einzelpunkte wurden im Rahmen der Vermessung detektiert und aufgenommen.

4.2.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen der Gewässervermessung sind alle abflusswirksamen Randbedingungen des Gewässers sowie des Gewässervorlandes terrestrisch zu vermessen. Alle für die hydraulische Modellierung notwendigen Kenngrößen sind im Zuge dieses Arbeitsschrittes aufzunehmen.

Die Vermessungsdaten werden anschließend in das EWAWI-Format konvertiert.

Damit ist die Grundlage für die Erstellung eines Flussschlauch- Geländemodells sowie die Abbildung von HWS-Anlagen im Vorland geschaffen.

4.2.3 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Kleiner Regen: Messbereich von Station 2+617 bis 9+591
Gesamter Messbereich im Wald oder an stark bewachsenem Ufer
Wasserstand niedrig

4.2.4 Durchführung der Vermessungsarbeiten

In Zusammenhang mit der Vermessung von Querprofilen wurde die Vermessung von Uferlinien und Böschungsoberkanten ausgeführt. Außerdem wurden linienhafte Vermessungen von uferbegleitenden abflusswirksamen Längsstrukturen (v.a. Deiche, Dämme, Bruchkanten, Mauern) vorgenommen.

4.2.5 Datenaufbereitung

Die Vermessungspunkte sowie Bilder wurden in die Hydrotec-Software Jabron importiert (Access-Datenbank) und dort auf Plausibilität geprüft. Neben der Software Jabron wird parallel über die Software ArcGIS 10 auf die Access-Datenbank mit den Vermessungsdaten zugegriffen. Auf dieser Grundlage werden die erforderlichen Shape-Dateien generiert.

An allen Profilen wurden Fotos erstellt und damit eine Fotodokumentation angefertigt.

Die Darstellung der Profile erfolgt auf Grundlage von Jabron. Hier werden die Profilplots als pdf- und als dwg-Daten exportiert.

4.3 Modellerstellung

4.3.1 Allgemeines

Laut WHG sind für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsflächen für Szenarien mit einem Hochwasser niedriger Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{extrem}), mittlerer Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ₁₀₀) und, soweit erforderlich, hoher Wahrscheinlichkeit (Szenario HQ_{häufig}) zu ermitteln. Für die vorgenannten Szenarien sind zusätzlich die Wassertiefen zu bestimmen.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- Erstellung eines 2D-Modells
- Ableitung von Hochwassergefahrenflächen und Wassertiefenpolygonen und –rastern
- Wasserspiegelisolinen, Intensitäten und Fließgeschwindigkeiten für das HQ₁₀₀
- Ggf. Ableitung von geschützten Gebieten

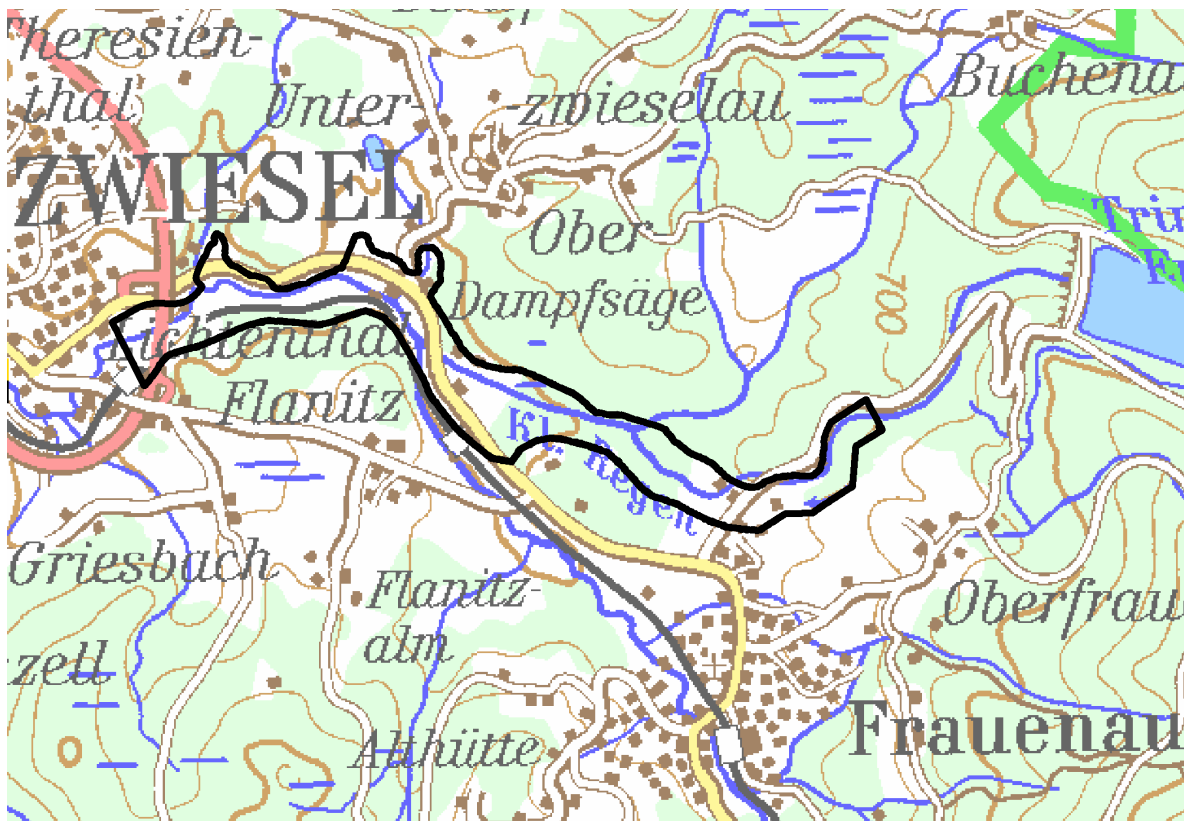
Die Überprüfung des Modells erfolgte durch den verantwortlichen Modellierer und anschließend entsprechend des „4-Augen-Prinzip“ durch einen nicht am Projekt beteiligten Modellierer.

Die Prüfung umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Vergleich der Geometrie im Flussnetz mit den original vermessenen Profilen (Schnittlinie Vermessungsprofil im Flussnetz).
- Überprüfung der Flussnetzgeometrie zwischen den vermessenen Profilen (interpolierte Abschnitte).
- Prüfung der definierten KUK im Vergleich zum Vermessungsprofil.
- Prüfung, ob eine Überströmung von Brücken (durch 1D-Elemente) abzubilden ist.
- Prüfung von sonstigen Bauwerken.

4.3.2 Abgrenzung und Beschreibung des Projektgebietes

Das Modell 2071 des Gewässers „Kleiner Regen“ erstreckt sich von Fluss-KM 2+617 bis Fluss-KM 9+591 und umfasst damit ca. 7 km Fließstrecke. Das Gewässer „Kleiner Regen“ fließt unterhalb des Trinkwasserspeichers Frauenau nördlich an der Gemeinde Frauenau vorbei. Im Verlauf unterquert das Gewässer die St2132 und die E53. Das Modellgebiet endet in der Stadt Zwiesel. Maßgebliche Nebengewässer im genannten Bereich sind Flanitz, Rothbach, Pommerbach und Lindberger Mühlbach.



4.3.3 Datengrundlagen Hydraulik

4.3.3.1 Digitales Geländemodell

Die Abbildung des Vorlandes im 2D-Modell erfolgt primär auf Grundlage von Digitalen Geländemodellen.

Die Befliegung des Modellgebiets erfolgte 2002.

Weitere Informationen aus der Leistungsbeschreibung:

- Inhalt: 3D-Koordinaten eines regelmäßig angeordneten Gitters
- Gitterweite: 1 m
- Räumliche Gliederung: Kacheln 1 km x 1 km
- Georeferenzierung: Gauß-Krüger-System (GK) im 4. Meridianstreifen, Bessel Ellipsoid
- Höhensystem: Normal Null (NN Amsterdam)
- Genauigkeit : Lage : +/- 0,50 m Höhe : +/- 0,20 m
- Format: ASCII Textformat (Rechtswert, Hochwert, Höhe)

4.3.3.2 Landnutzungsdaten, Rauheiten

Die zur Definition der Rauheit im Vorland erforderlichen Landnutzungsdaten beinhaltet neben der räumlichen Ausdehnung einzelner Landnutzungsklassen die entsprechenden Rauheitswerte, die für die Modellierung zunächst unverändert übernommen werden.

Bei der Rauheitsbelegung wird wie folgt vorgegangen: Ist die Gewässerbreite kleiner als 2 m, so wird eine einheitliche Rauheit im Flussschlauch (zwischen den Böschungsoberkanten) angenommen. Bei breiteren Gewässern wird zwischen dem aquatischen Bereich (Fläche zwischen den vermessenen Uferlinien) und dem Böschungsbereich (Fläche zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante auf der linken und rechten Gewässerseite) unterschieden. Der aquatische sowie der Böschungsbereich werden zunächst jeweils mit einer einheitlichen Rauheit belegt. Der Böschungsbereich wird bei Bedarf innerhalb von Ortschaften differenziert betrachtet. Die Belegung erfolgte anhand von Begehungs-, Vermessungs- und Orthofotos.

4.3.3.3 Gewässerprofile

Das Gewässer „Kleiner Regen“ wurde im Vorfeld für den Bereich des Modells 2071 neu vermessen. Bestandsvermessungsdaten lagen nicht vor.

4.3.3.4 Hydrologische Grundlagen

Fließgewässer- querschnitt	A _E in [km ²]	Hochwasserscheitelabfluss HQ _T in [m ³ /s] für das Wiederkehrintervall T						Grundlagen der Pegelstatistik	
		MH Q	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀₀	HQ _{Extrem}	Methode	Messreihe
Pegel Zwiesel (Großer Regen)	175.7	56	75	90	110	170	271		1921-1999
Pegel Lohmannmühle (Kleiner Regen)	115.9	24	28	34	40	55	83	von Speicher Frauenau beeinflusst	1962-1999

Tabelle: Hydrologischer Gewässerlängsschnitt Kleiner Regen

Weiterhin wurden folgende Abflusskombinationen für die Mündung in den Schwarzen Regen angenommen:

	Kleiner Regen (Pegel Lohmannmühle) Mündung in den Schwarzen Regen	Großer Regen (Pegel Zwiesel) oberh. Mündung	Schwarzer Regen (Pegel Zwiesel) unterh. Mündung	Q maßgeblich im Hauptgewässer nach Einmündung
A _{E0} [km ²]	115,9	175,7	293,4	
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
HQ ₅	28	75	95	73
HQ ₁₀	34	90	120	94
HQ ₂₀	40	110	145	114
HQ ₁₀₀	55	170	220	172
HQ _{Extrem}	83	271	353	278

Tabelle: Abflusskombination Kleiner Regen – Schwarzer Regen

Es wurde bestimmt, dass auf Grundlage der stationären Proberechenläufe keine instationären Rechenläufe erforderlich sind. Innerhalb eines sinnvollen Berechnungszeitraum stellt sich stationäre Wasserspiegellagen ein. Daher wurde im Modell der hydrologische Längsschnitt stationär definiert.

4.3.3.5 Brücken und Durchlässe

Am Kleinen Regen wurden die vermessenen Brücken- und Durchlassprofile gesichtet, um zunächst Brücken bzw. Stege zu filtern, die im Rahmen der Modellierung vernachlässigt werden. Hierbei handelt es sich um kleinere Stege (Stegdicke von ca. 0,2 bis 0,25 m Dicke), deren Einflüsse für die Hochwassersimulation zu vernachlässigen sind.

Anschließend wurden die für die Modellierung maßgeblichen Bauwerke in die abzubildende Methodik unterteilt. So werden in der Regel Durchlässe als 1D-Elemente abgebildet, während Brückenbauwerke als Brücken abgebildet werden. Bei Bedarf werden an Brückenbauwerken zusätzlich 1D-Elemente (Wehrüberfälle) zur Abbildung der Überströmung der Brücken definiert. Die Geländeoberkante wird grundsätzlich als Überfallkante definiert. Ist davon auszu-

gehen, dass das Gelände einer Anströmung nicht standhält, wird als Überfallkante die Brückenoberkante definiert.

4.3.3.6 Wehre

Die drei im Kleinen Regen im Modellbereich 2071 vermessenen Wehre und Schütze wurden im Modell als geschlossen abgebildet.

4.3.3.7 Wasserspiegelfixierungen

Wasserspiegelfixierungen liegen am Kleinen Regen nicht vor.

4.3.4 Verwendete Programme für die Modellierung und Berechnung

Die 2D-Berechnung erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2D (Dr.-Ing. M. Nujić), das schwerpunktmäßig für die Berechnung von Damnbrüchen und Flutwellenausbreitungen entwickelt wurde. Auf Basis der Finite-Volumen-Methode erfolgt die räumliche Diskretisierung unter Berücksichtigung von Bruchkanten und lokal erhöhter Netzauflösung mittels linearer Dreiecks- und Viereckselemente.

Das numerische Verfahren basiert auf der diskreten Lösung der 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, auch als Flachwassergleichung bekannt. Die räumliche Diskretisierung erfolgt mit dem Finite-Volumen Ansatz. In HYDRO_AS-2D werden folgende, für die Modellierung von Strömungs- und Abflussvorgängen wesentliche Eigenschaften berücksichtigt:

- Massen- und Impulserhaltung,
- hohe Stabilität und Genauigkeit für ein breites Spektrum an Fließverhältnissen und
- zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs.

Die Berechnung des Reibungsgefälles erfolgt nach der Formel von Darcy-Weisbach, wobei das Reibungsgefälle aus dem anzugebenden Manningwert (n) berechnet wird. Hierbei wird der hydraulische Radius gleich der Wassertiefe gesetzt.

$$\lambda = 6,34 \frac{2gn^2}{\sqrt[3]{d_{hy}}}$$

Die Turbulenz wird im Modell durch eine Kombination aus dem empirischen Viskositätsansatz und dem Ansatz einer über das Element konstanten Viskosität abgebildet.

$$\nu = \nu_0 + c_{\mu} h \nu$$

4.3.5 Modellneuerstellung

4.3.5.1 Erstellung des Flussschlauchmodells

Das Flussschlauchmodell wurde auf Grundlage der Vermessungsdaten (Profile, Uferlinien und Böschungsoberkanten) erstellt. Die Erstellung des Flussschlauch-DGMs erfolgt auf Basis einer Jabron-GIS-Extension (Hydrotec-Entwicklung). Darin werden entlang der Uferlinien bzw. Böschungsoberkanten die Höhen aus den Vermessungsprofilen interpoliert.

4.3.5.2 Erstellung des Vorlandmodells

Die Grundlage für das Vorlandmodell stellen die Laserscandaten dar. Diese werden im ersten Schritt „intelligent“ ausgedünnt und es werden Bruchkanten abgeleitet. Dieser Prozess kann mit LASER_AS-2D bei gerasterten Daten durchgeführt werden.

Neben den Laserscandaten werden zusätzlich folgende Daten für die Vorlandmodellierung genutzt, die in die räumliche Diskretisierung und ggf. als Höhendaten (3D-Daten) in das Vorlandmodell eingehen:

1. Vermessene (neu / alt) Linienstrukturen (Mauern, Deiche, Böschungskanten etc.) als 3D-Linien in die Netzgenerierung
2. Gebäudepolygone
3. 2D-Bruchkanten (z. B. Straßenachsen, Deichlinien, ggf. Landnutzung etc.)
4. Ggf. Gräben

Die 2D- und 3D-Grundlagendaten werden separat aufbereitet, damit die Höheninformation der 3D-Daten, die eine höhere Priorität besitzen, erhalten bleibt. Die vorliegenden Strukturdaten werden auf Basis des DGM und der aus Luftbildern abgeleiteten Dammstrukturen sowie Straßenachsen ergänzt.

Die Aufbereitung der Polygone bzw. Polylinien erfolgt automatisiert durch ArcGIS-Skripte.

Das Vorlandmodell beinhaltet sämtliche relevanten Geländestrukturen unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien. Die räumliche Diskretisierung der Modelle für den Ist-Zustand sowie ggf. für die Szenarienrechnungen (gelegte Deiche) ist identisch.

Dem Vorlandmodell werden anschließend Rauheiten zugewiesen. Die Grundlage hierfür stellen die Landnutzungsdaten dar.

4.3.5.3 Erstellung des Gesamt-Berechnungsnetzes

Das Flussnetz- sowie das Vorlandmodell werden nach Fertigstellung zu einem Gesamtmodell zusammengeführt. Am Übergang beider Modelle besitzen die Höhenwerte des Flussnetzes eine höhere Priorität. Abschließend werden 1D-Elemente im Netz definiert. Dabei handelt es sich um Durchlässe im Vorland und im Flussschlauch. Im Vorland werden Durchlässe durch 1D-Elemente definiert. Bei größeren Durchlässen (Straßenunterführungen) werden diese in die 2D-Netzstruktur eingearbeitet.

4.3.5.4 Randbedingungen









Allen modellierten Gewässerabschnitten wurde der entsprechende Zufluss aus den hydrologischen Längsschnitten zugewiesen. Die Wasserstände für die Jährlichkeiten HQ_{100} und HQ_{extrem} wurden aus dem Altdaten Kleiner Regen (Modell 0078) abgegriffen und sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

	WSP- HQ_{100}	WSP- HQ_{extrem}
Wasserspiegellagen [mNN]	569,22	569,40

Tabelle: *Wasserspiegellagen Modell 0078*

4.4 Überschwemmungsgebiet

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für HQ_{100} wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten M = 1:2.500 flächig hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Diese hellblau dargestellten Bereiche sind auch die festzusetzenden Überschwemmungsgebiete. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben. Die maximal auftretenden Wasserstände des HQ_{100} werden als beschriftete Isolinien dargestellt. Dementsprechend wird in der Legende der Detailkarten M = 1:2.500 folgendes aufgezeigt:

	Gewässer
	Überschwemmungsgebiet
	Gemeinde
	Landkreis
	Flusskilometerstein
174,4	Wasserspiegel des ermittelten Überschwemmungsgebiets in m ü. NN
	Flurstück
	Gebäude
	betroffenes Gebäude

Die ermittelten Überschwemmungsbereichsgrenzen wurden durch Ortsbegehung in den bebauten Bereichen zusätzlich auf Plausibilität geprüft.

Die o. g. Begrenzungslinie wird auch im Maßstab M = 1:25.000 in einer Übersichtskarte dargestellt (zur Veröffentlichung im Kreisamtsblatt).

5. Rechtsfolgen

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

6. Vorschläge für Regelungsgegenstände in der Verordnung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

6.1 Einteilung in Zonen

Eine Einteilung in Zonen wird für nicht erforderlich erachtet, da am Kleinen Regen bzgl. der rechtlichen Auflagen für Betroffenen keine fachlich signifikanten Unterschiede gegeben sind.

6.2 Regelungsvorschläge

Aus fachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht sollten in die Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets **folgende Regelungen** aufgenommen werden:

6.2.1 Weitergehende Anforderungen

1. Im Überschwemmungsgebiet ist die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland die Genehmigung des Landratsamtes Regen einzuholen. Die Genehmigung kann mit Inhalts- und Nebenbestimmungen versehen werden. Diese wasserrechtliche Genehmigung wird für landwirtschaftliche Flächen nicht erforderlich, wenn diese Flächen 2015 Ackerflächen waren.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Im Überschwemmungsgebiet herrschen weitgehend hohe Fließgeschwindigkeiten, so dass auf Ackerflächen eine hohe Erosionsgefahr besteht. Durch den erhöhten Eintrag von Feinteilen, Pflanzennährstoffen und Pflanzenschutzmittel entstehen er-

hebliche nachteilige Auswirkungen auf den biologischen und chemischen Zustand des Gewässers.

Der Genehmigungsvorbehalt stellt sicher, dass im Einzelfall die von einem Grünlandumbruch ausgehende Erosionsgefahr fachlich beurteilt wird und bei Erfordernis der Umbruch von Dauergrünland untersagt wird.

2. Im Überschwemmungsgebiet dürfen innerhalb eines 15 m breiten Streifens an beidseitigen Ufern entlang des Kleinen Regen auch kurzfristig keine Gegenstände gelagert oder abgelagert werden, die den Wasserabfluss behindern oder zu Verkläusungen oder zur Beeinträchtigung der Gewässergüte führen können.

Rechtsgrundlage: § 78 Abs. 5 Nr. 2 WHG in Verbindung mit Art. 46 Abs. 4 BayWG

Begründung:

Wenn im Hochwasseranfall aufschwimmendes Material (z.B. Bretter- oder Brennholzstapel) vom Abfluss erfasst wird, kann dies im weiteren Gewässerverlauf zur Verlegung von Rechen, Engstellen oder anderen kritischen Bereichen führen, die es am Kleinen Regen in hoher Zahl gibt. Damit besteht die konkrete Gefahr einer Verminderung der Abflusskapazität und einer Erhöhung der Wasserspiegel. Zur Aufrechterhaltung eines weitgehend ungestörten Hochwasserabflusses ist demnach diese Regelung nötig.

7. Sonstiges

- Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer (Flanitz, Pommerbach etc.) nicht Gegenstand dieses Rechtsverfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein HQ_{100} separat zu ermitteln. Sie können lokal größer als die hier für den Kleinen Regen berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.
- Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am Landratsamt Regen zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
den 23.01.2015

Dr. Schramm