

**Ergebnisse der eindimensionalen Wasserspiegellagenberechnung
für den Stockheimer Bach im Bereich der B 275
mit dem Programm HEC-RAS 5.0 für den Fall
stationär ungleichförmige Strömung**

**Ergänzende Untersuchung zur Lage des RRB 2 im ausgewiesenen
Überschwemmungsgebiet HQ100 des Stockheimer Baches
mit verlängertem Bachabschnitt**

Anhänge:

- | | |
|--|-------------|
| • Anhang 1 Berechnungsergebnisse (Zusammenstellung) | Seite 1 - 8 |
| • Anhang 2 Wasserspiegellagenberechnung 1 – M 1:1000 | Blatt 2 |
| • Anhang 3 Wasserspiegellagenberechnung 2 – M 1:1000 | Blatt 3 |

Ermittlung Wassermengen und hydraulische Berechnungen

- **Beschreibung Untersuchungsgebiet alt/neu**

Der Stockheimer Bach, Flussgebietskennzahl 2484814 verläuft als Gewässer III. Ordnung von West kommend durch die Stadt Usingen und mündet östlich der Stadt in die Usa. Für das Flussgebiet zwischen dem Durchlass unter der B 275 westlich und der Einmündung zur Usa wurde im Jahr 2000 auf der Basis des HQ₁₀₀-Hochwassers ein Überschwemmungsgebiet ermittelt, 2002 festgesetzt und im Retensionskataster Hessen erfasst.

Das nachfolgend betrachtete Untersuchungsgebiet liegt im Teilbereich „oberhalb der Straßenbrücke am Stockheimer Hof“ der Berechnungen von 2000.

Ein damals noch namenloses Gewässer aus westlicher Richtung, dass mit über ein RRB der Stadt Usingen an der Südtangente geführt und mit der Vorflut des RRB südlich der B 275 zum Stockheimer Bach mit abläuft, indirekt mit im HQ₁₀₀-Wert unterhalb des Durchlasses unter der B 275 mit berücksichtigt. Das namenlose Gewässer wird seit 2017 unter der Bezeichnung Stockheimer Grundbach geführt.

Durch den geplanten Ausbau der Nord-Ost-Umgehung wird auch der Bereich der B 275alt / Südtangente verändert. Das RRB der Stadt Usingen wird überbaut und das Oberflächenwasser aus der Südtangente dem RRB 1 zugeführt. In diesem Zusammenhang wurde in Abstimmung zwischen OWB, der Renaturierungsplanung und der Entwässerungsplanung aus fachlicher Sicht vorgeschlagen, den Stockheimer Grundbach auf die Nordseite der B 275alt zu führen und auch dort die Vorflut des RRB 1 mit einzubinden.

Dadurch wirkt der vorhandene und zu erneuernde Durchlass im Zuge des Stockheimer Baches unter der B 275alt quasi als „Drossel“. Der vorhandene und durch die geplante Renaturierung von Stockheimer Bach und Stockheimer Grundbach noch deutlich vergrößerte, nördliche Retentionsraum zwischen dem BW 1, dem RRB 1 und der B 275alt kann zur Entlastung in Richtung Stockheimer Hof wirksam werden.

Dieser Vorschlag wurde bestätigt und in die vorliegende Planung aufgenommen. Er ist zugleich auch Grundlage der vorliegenden Wasserspiegellagenberechnung.

- **Vorgabe der Oberen Wasserbehörde**

Durch die OWB wurden die HQ₁₀₀-Werte aus der Festsetzung 2002 als Bemessungsgrundlagen vorgegeben und die entsprechenden Planunterlagen mit Profilen und Kontur des Überschwemmungsgebietes zur Verfügung gestellt.

Unter Berücksichtigung des veränderten Vorflutregimes durch die Verlegung der Einmündung des Stockheimer Grundbaches in den Stockheimer Bach auf die Nordseite der B 275alt und den zusätzlichen Abläufen aus den RRB 1 und 2 mussten die Verteilung und die HQ-Werte im Betrachtungsbereich angepasst werden.

Für die beiden RRB gilt dabei:

- Maximaler Zulaufwert aus der Bemessung gleich maximaler Ablaufwert (Einleitung)
Die Begrenzung ist hier durch die Größe der Rohrleitungen im Zufluss zum jeweiligen RRB gegeben. Dieser Wert entspricht zugleich auch dem Überlaufwert der RRB.

Für den Hahnbach liegt keine detaillierte Einzugsgebietsermittlung vor. Daher kann der Zufluss aus dem Hahnbach nicht abgeschätzt werden. Bei der Berechnung im Jahr 2000 wurde daher der Abflusswert unterhalb des Durchlasses gleich dem ermittelten Gesamtabflusswert von 9,90 m³/s gesetzt. Für die vorliegende Berechnung wurde dieses Prozedere beibehalten.

Für den Stockheimer Grundbach wurde in Abstimmung mit der OWB ein Bemessungswert für den HQ₁₀₀ von 0,65 m³/s für die Renaturierung und die hydraulische Bemessung der Durchlässe festgelegt.

Tabelle 1: Ermittlung der maßgeblichen HQ₁₀₀-Werte

Bemessungspunkt	Station	HQ ₁₀₀ 2000/2002	Zuläufe	HQ ₁₀₀ angepasst
	km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Startpunkt	0+561,7	9,25		9,25
Ablauf RRB			0,16	
Stockheimer Grundbach			0,65	
Einmündung St. Grundbach	0+346,8			10,06
Bis Zulauf Durchlass	0+280,0	9,25		10,06
Ab Auslauf Durchlass	0+260,0	9,9		10,06
Ablauf RRB 2	0+161,8		0,22	10,28
Endpunkt Vergleichsprofil Bereichsprofil. 2000	0+000,0	9,9		10,28

- **Programmsystem HEC-RAS**

Für die eindimensionale Wasserspiegellagenberechnung wird das weltweit freiverfügbare Programmsystem – River Analysis System HEC-RAS in der Version 5.0.3 vom September 2016 – des Hydrologic Engineering Center des US Army Corps of Engineers benutzt.

Das Programm ist für die Berechnung von stationären als auch instationären Strömungsprozessen einschließlich Geschieberegnerungen ausgelegt. Dabei steht eine Vielzahl möglicher Einbauten im Gewässer von der normalen Brücke über Durchlässe in verschiedensten Bauformen bis hin zu Wehren für die Modellierung der Gewässersituation zur Verfügung.

Die Ausgangsdaten aus dem digitalen Geländemodell (DGM) des Gewässerbestandes auf Grundlage der Vermessung bzw. dem mit den Planungsdaten ergänzten und bearbeiteten digitalen Geländemodell können im Ingenieurbüro über eine Schnittstelle aus dem Planungssystem CARD/1 zum HEC-RAS bzw. Berechnungsergebnisse in Form von Überflutungsflächen zurückübertragen werden. Die tabellarisch ausgewiesenen Wasserstände für den jeweiligen Berechnungsfall (HQ_{xx}) können neben der grafischen Ausgabedarstellung des HEC-RAS ggf. auch als Gradienten in das CARD/1 übernommen und in Längsschnitten in Verbindung mit weiteren Planungsdaten dargestellt werden.

- **Ausgangsdaten/Berechnungsannahmen**

Es wird eine Gewässerabschnitt definiert, an dessen Querprofilpunkten die Querschnittsdaten aus dem DGM übernommen werden. Diese Daten werden ins HEC-RAS importiert und bilden die Grundlage des Projektes. Die ausgewählten Profilstationen sind im Anhang 1 (tabellarisch bzw. im Längsschnitt) und in den Anhängen 2 und 3 mit ausgewiesen. In den Anhängen 2 und 3 ist zugleich auch ein Vergleichsbezug zu den Berechnungen des Überschwemmungsgebietes hergestellt.

Für den vorliegenden Untersuchungsabschnitt des Kirchberger Dorfbaches ist der betrachtete Gewässerabschnitt ca. 562 m lang und umfasst insgesamt 32 Querprofile. Die Stationierung erfolgt in km-Stationen und gewässertypisch (von der Mündung zur Quelle) entgegen der Fließrichtung.

Für die Wasserspiegellagenberechnung war als Grundlage zunächst ein neues Gelände-modell – Grundmodell (siehe auch Anhang 1, Seite 1) - aufzustellen aus

- Urvermessung
- Ergänzungsermessung Stockheimer Bach
- Renaturierungsplanung Stockheimer Bach
- Renaturierungsplanung Stockheimer Grundbach
- Straßenplanung B 275alt und K 739
- Entwässerungsplanung RRB 2.

Dieses Grundmodell diene als Grundlage der ersten Berechnungen.

Das Grundmodell wurde in einem zweiten Schritt mit den Profildaten aus der Berechnung des Überschwemmungsgebietes überlagert und weiter verfeinert.

Der Rahmendurchlass unter der B 275alt wurde in der Berechnung mit den geplanten Werten aus der Renaturierung mit einer Länge von ca. 20 m und lichter Breite / Höhe von 2,50 m / 1,20 m bei einer Längsneigung von 0,1 % abgebildet.

Das Bauwerk wird im Programm HEC-RAS dann zwischen zwei der Querprofilstationen aus dem Geländemodell definiert, mit Bauform, in seinen Querschnittsabmessungen und hydraulischen Vorgaben mit Gefälle, Verlustbeiwerten und Manningkoeffizienten definiert.

Im Berechnungsprogramm werden die Befestigungsgrade bzw. Ausbauarten von Sohle, Böschungen, Vorland und von Bauwerken über Manningkoeffizienten querprofilweise bzw. pro Bauwerk zugeordnet. Dabei kann bei Bauwerken für die Bauwerkssohle ein eigener Manningkoeffizient für die Sohle als auch die Wandbereiche definiert werden.

Davon wurde in der vorliegenden Berechnung Gebrauch gemacht, da die Sohle unter dem Bauwerk aus Wasserbausteinen und nicht aus Beton hergestellt werden soll.

Die Manningkoeffizienten können entweder aus den Tabellen der HEC-RAS-Hilfe entnommen werden oder über die Beziehung $\text{Manningkoeffizient} = 1 / \text{Kst-Wert}$ hinreichend genau definiert werden.

Benutzt wurden:

- 0,05 für Vorlandbereiche
- 0,04 Gewässerbereich - Sohle / Böschungen
- 0,025 Sohlbett (in Beton) Rahmendurchlass
- 0,011 für Betonflächen Rahmendurchlässe, bei senkrechten Stützmauern und Rohrdurchlässen

Für die stationär ungleichförmige Wasserspiegelberechnung stehen drei Berechnungsmethoden zur Verfügung

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| • Subcritical | strömender Abfluss |
| • Supercritical | schießender Abfluss |
| • Mixed | strömender/schießender Abfluss |

Aufgrund der Empfehlung des Handbuches und fachlicher Hinweise Dritter wurde die Berechnung generell mit der Methode – mixed – ausgeführt, die die beiden anderen Zustände kombiniert, den jeweils zutreffenderen auswählt und zugleich deren ggf. punktuelle Unstetigkeit ausgleicht.

In der ersten Berechnung auf Basis des Grundmodells wurden, da der Stockheimer Bach nicht pegelseitig überwacht wird und somit keine modellverwertbaren Wasserspiegelhöhen vorliegen, wurde die Randbedingungen unterhalb/oberhalb des Untersuchungsgebietes über die Kenngröße „normal Depth“ und Vorgabe der Bachlängsneigung an der Sohle stromab/stromauf mit 1,8 % bzw. 2,15 % gesetzt. Diese Werte wurden aus dem

Geländemodell an der Bachsohle ermittelt. Zusammen mit den Bemessungszuflüssen werden die Randwasserstände ereignisbezogen vom Programm ermittelt.

Bei der zweiten Berechnung auf Grundlage des verfeinerten Geländemodells wurde stromab an der Station 0+000 die Höhenkote 288,76 m ü NHN aus der Berechnung des Überschwemmungsgebiets anstelle der Bachlängsneigung als Randbedingung „known WS“ gesetzt.

- **Berechnungsergebnisse**

Der Vollständigkeit halber wird im Anhang 1, Seite 2 die erste Abschätzung eines möglichen Verlustes an Retentionsraum im Überschwemmungsgebiet durch das RRB 2 mit ausgewiesen.

Dieser Abschätzung liegt eine Mengenverschneidung zwischen zwei separaten Geländemodellen RRB 2 und Überschwemmungsgebiet ohne Berücksichtigung der Renaturierungsmaßnahmen zugrunde. Dabei wurde zunächst ein Verlust an Retentionsraum von ca. 830 m³ ermittelt, der durch die dann von der OWB geforderte Wasserspiegellagenberechnung zu überprüfen war.

Beide Berechnungsgänge kommen zu dem Ergebnis, dass durch die Einbeziehung der Renaturierungsflächen mit Vertiefung und Verbreiterung der Bachsohle und Böschungsabflachung der Verlust an Retentionsraum durch das RRB 2 kompensiert wird.

Die Ergebnisse sind in den Anhängen 1 – 3 ausgewiesen bzw. grafisch dargestellt.

Im Berechnungsgang 1 mit dem Grundmodell kommt es aufgrund der gewählten Randbedingung gleich freier Abfluss an der Vergleichsstation 0+000 zu einer Höhendifferenz von 0,34 cm. Das Grundmodell war bezüglich der Profilgestaltung noch zu vereinfacht, d.h. die breiten Vorländer im Vergleich zu den Profilen aus der Ermittlung des Überschwemmungsgebietes wurden nicht ausreichend abgebildet.

Daher wurden für den Berechnungsgang 2 zunächst das Geländemodell im Bereich des RRB 2 zwischen Rahmendurchlass und Vergleichsstation 0+000 die Querprofilstationen ergänzt und verfeinert. Zusätzlich wurde die Randbedingung stromab auf den Rückstauwasserstand aus dem Profil Station 2+353 der Berechnung 2000 abgeglichen, um eine mögliche Rückstauwirkung zu erfassen.

Damit konnte nachgewiesen werden

- die Gestaltung der geplanten Renaturierungsräume entspricht den Erfordernissen – keine Anpassung / Umverlegung erforderlich
- durch das RRB 2 wird im Zusammenspiel mit dem Puffervolumen der Renaturierung kein Retentionsraum mehr beansprucht
- der Abfluss erfolgt stromab unterhalb des Rahmendurchlasses weitgehend innerhalb der Renaturierungsflächen bzw. des ausgewiesenen Überschwemmungsgebietes HQ₁₀₀
- das angedachte Drosselprinzip durch die Wirkung des Rahmendurchlasses mit einem unschädlichen Aufstau nördlich der B 275alt funktioniert.

Die Ergebnisse beider Berechnungsgänge sind grafisch als Längsschnitt und tabellarisch im Anhang 1 auf den Seiten 3 – 8 aufbereitet.