



**Bezirksregierung Düsseldorf
- Zentrale Vergabestelle -**

Öffentliche Ausschreibung
Vergabe-Nr.: V027/24

Die Bezirksregierung Düsseldorf beabsichtigt, einen Auftrag für Ingenieurleistungen zur Ermittlung von Überflutungsflächen der Düssel von km 13,4 bis km 25,0 zu vergeben

Die Leistungsbeschreibung und das Preisblatt werden Bestandteil des Vertrages.
Allgemeine Geschäftsbedingungen der Bieter sind ausdrücklich ausgeschlossen.



INHALTSVERZEICHNIS

1	ZIELSETZUNG	3
2	LEISTUNGEN DES AUFTRAGGEBERS	4
3	LEISTUNGEN DES AUFTRAGNEHMERS	5
3.1	DATENÜBERNAHME	5
3.2	PROJEKTZEITPLAN	5
3.3	NEUERSTELLUNG PEGELKURVE DÜSSEL/GRUITEN	5
3.4	ERMITTLUNG DER BEMESSUNGSABFLÜSSE	6
3.4.1	MODELLÜBERNAHME NASIM	6
3.4.2	ERMITTLUNG DER GEBIETSABFLÜSSE $HQ_{HÄUFIG}$, HQ_{100} , HQ_{EXTREM}	6
3.5	ERWEITERUNG UND ZUSAMMENFÜHRUNG DER 2D-HYDRAULIKMODELLE	7
3.6	ERMITTLUNG DER ÜBERFLUTUNGSFLÄCHEN FÜR $HQ_{HÄUFIG}$, HQ_{100} , HQ_{EXTREM}	8
3.7	AUSWERTUNGEN UND DARSTELLUNGEN FÜR $HQ_{HÄUFIG}$, HQ_{100} , HQ_{EXTREM}	9
3.8	DOKUMENTATION	10
3.9	BESPRECHUNGSTERMINE	10
3.10	DATENÜBERGABE	10



1 Zielsetzung

Im Auftrag der Bezirksregierung Düsseldorf sollen die Überschwemmungsflächen der Düssel (Gewässerkennzahl 27392) im Gewässerabschnitt Stat.-km 13,4 bis 25,0 sowie den unteren Abschnitt der Kleinen Düssel von ihrer Mündung bis Stat.-km 0,7 für die Hochwasserabflüsse $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} und HQ_{extrem} ermittelt werden.

Die Düssel wurde im Jahre 2011 von ihrer Mündung bis Stat.-km 13,4 als Risikogewässer im Sinne der EU-Hochwasserrisikomanagement Richtlinie (HWRM-RL)¹ bzw. Wasserhaushaltsgesetz (WHG)² ausgewiesen. Aufgrund erheblicher Schäden beim Juli-Hochwasser 2021 in dem denkmalgeschützten Ortsbereich Gruiten-Dorf (Stat.-km 24,1 bis 25,0) beabsichtigt die Bezirksregierung Düsseldorf nunmehr die bestehende Risikoausweisung der Düssel bis Stat.-km 25,0 zu erweitern und dabei auch den Mündungsbereich der Kleinen Düssel modelltechnisch mit abzubilden.

Für die neu zu berechnenden Gewässerabschnitte liegen ein hydrologisches sowie verschiedene hydraulische Modelle (1D, 2D) vor. Diese Modelle dienen als Basis für die durchzuführenden Arbeiten.

¹ Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken

² Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31.07.2009 (in der aktuellen Fassung)



2 Leistungen des Auftraggebers

Dem Auftragnehmer (AN) stehen über den Datendienst des Landes NRW (open.nrw) folgende Grundlagendaten zur Verfügung:

- Digitales Geländemodell, Format Esri-Grid, Koordinatensystem ETRS1989 UTM32N, DHHN2016 (Höhenstatus 170)
- Aktuelle Gewässerstationierungskarte (GSK 3E)
- ATKIS (Basis-DLM)
- ALKIS (Gebäudeumrisse)
- Topografische Karten
- Orthofotos

Der Auftraggeber (AG) stellt folgende Daten bereit:

- Aktuelles hydrologisches Modell (NASIM) des Einzugsgebietes
- Eindimensionales hydraulisches Modell (Jabron) der Düssel (Stat.-km 13,4 bis 34,4) aus dem Jahre 2012
- Aktuelles zweidimensionales hydraulisches Modell (Hydro_AS) der Düssel (Stat.-km 2,5 bis 16,5)
- Aktuelles zweidimensionales hydraulische Modell (Hydro_AS) der Düssel (Stat.-km 23,5 bis 29,6) einschließlich der Kleinen Düssel (Stat.-km 0,0 bis 3,8)
- Aktuelle Profilvermessungen und Zeitreihen der Pegel Gruiten/Düssel (BRW), Eigen/Düssel (LANUV) und Erkrath/Düssel (LANUV)
- Zeitreihen der Niederschlagsstationen Neviges, Ratingen KW, Buchenhofen, Angertal KW, Gruiten KW, Hochdahl KW und Gräfrath KW
- Verdunstungs- und Temperatur-Zeitserien der Station Essen-Bredeney (KS 104)
- KOSTRA-Daten und PEN-LAWA
- Datenformate und Ablagestruktur für die Datenübergabe

Die v. g. Daten werden dem AN unter dem Vorbehalt der ausschließlichen Nutzung für die vorgesehenen vertraglichen Leistungen zur Verfügung gestellt.



3 Leistungen des Auftragnehmers

3.1 Datenübernahme

Der AN überprüft die vom AG gelieferten Daten auf Vollständigkeit, Brauchbarkeit für die Aufgabenstellung und Plausibilität. Sollten Daten fehlen, fehlerhaft oder unvollständig sein, so ist dies dem AG unverzüglich mitzuteilen. Daten des 1D-Modells sind bei Verwendung in das Höhenbezugssystem DHHN2016 (Höhenstatus 170) zu transformieren. Weitere gegebenenfalls notwendige Umformatierungen in andere Datenformate sind Aufgabe des AN. Die Datenübernahme ist zu dokumentieren.

3.2 Projektzeitplan

Ein Zeitplan mit allen beauftragten Arbeitsschritten ist zu Beginn des Projektes zu erstellen und mit dem AG beim Projekteröffnungsgespräch abzustimmen. Die Laufzeit des gesamten Projekts ist mit 8 Monaten angesetzt. Bei Bedarf ist der Zeitplan in Abstimmung mit dem AG zu aktualisieren.

3.3 Neuerstellung Pegelkurve Düssel/Gruiten

Der Pegel Düssel/Gruiten (Betreiber BRW) befindet sich an einem Straßendurchlass bei Stat.-km 24,85. Die W/Q-Beziehung des Pegels ist bei höheren Abflüssen nicht plausibel und soll insgesamt neu aufgenommen werden. Die Arbeiten sind mit dem für die Berechnungen gemäß Kap. 3.5 verwendeten kalibrierten hydraulischen Modell (Hydro_AS) durchzuführen. Die im Bereich der Messstelle aufgenommenen Profildaten sind in das hydraulische Modell einzupflegen.

Die Pegelkurve ist für ca. 15 Abflüsse von 1 bis 40 m³/s in Abständen von 2,5 bis 5,0 m³/s neu zu ermitteln. Für Abflüsse bis 6 m³/s liegen Messwerte vor. Soweit möglich, ist eine Ausgleichsfunktion für die Berechnungsergebnisse zu ermitteln und mit dem AG abzustimmen. Dabei sind durch Interpolation zusätzliche Stützstellen im Abstand von 10 cm zu berechnen. Die hydraulisch berechneten Stützstellen sind zusammen mit der Ausgleichsfunktion oder den zusätzlichen Stützstellen sowie der alten Pegelkurve graphisch darzustellen.

Mit der Pegelkurve sind die Abflüsse am Pegel Gruiten / Düssel für den Kalibrierzeitraum des NASIM-Modells aus den Wasserständen neu zu berechnen.



3.4 Ermittlung der Bemessungsabflüsse

3.4.1 Modellübernahme NASIM

Für das gesamte Einzugsgebiet liegt ein aktualisiertes hydrologisches Modell (Software: NASIM, Version 4.7.5, Fa. Hydrotec) vor. Das Modell ist nach Übernahme auf seine Lauffähigkeit zu überprüfen. Hierbei ist die jeweils aktuelle Softwareversion zu verwenden. Sollten aufgrund der Verwendung dieser Version Modellanpassungen erforderlich sein, so sind diese vom AN vorzunehmen. Sollte das Modell fehlerhaft oder unvollständig sein, ist dies dem AG unverzüglich mitzuteilen. Die Modellübernahme sowie ggf. vorgenommene Änderungen sind zu dokumentieren.

3.4.2 Ermittlung der Gebietsabflüsse $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} , HQ_{extrem}

Das hydrologische Modell ist zunächst anhand fünf realer Abflussereignisse am Pegel Düssel/Eigen zu kalibrieren. Die Auswahl der verwendeten Ereignisse ist mit dem AG abzustimmen. Mit dem kalibrierten Modell sind Ganglinien der Hochwasserereignisse $HQ_{\text{häufig}}$ (hier: HQ_{10}), HQ_{100} und HQ_{extrem} (hier: HQ_{1000}) für die relevanten Gewässerabschnitte zu berechnen.

Die Ermittlung der Abflüsse erfolgt mit Modellregen (KOSTRA 2020). Das Ereignis HQ_{extrem} ist dabei durch Extrapolation nach PEN-LAWA zu ermitteln. Modellregentypen, Dauerstufen, Parametrisierung nach PEN-LAWA sowie modelltechnische Anfangs- und Randbedingungen (z.B. Speicherfüllungen, Anfangsbodenfeuchte, Simulationszeitschritt) sind im Vorfeld mit dem AG abzustimmen.

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Berechnungsergebnisse sowie die für die nachfolgenden hydraulischen Untersuchungen erzeugten Bemessungsabflüsse sind zu dokumentieren.

Das hydrologische Modell sowie die zugehörigen Daten und Ergebnisse sind dem AG digital zu übergeben.



3.5 Erweiterung und Zusammenführung der 2D-Hydraulikmodelle

Es liegen zwei aktuelle zweidimensionale hydraulische Modelle (Software: Hydro_AS, Fa. Hydrotec) für die Düssel vor. Diese erstrecken sich über die Abschnitte Stat.-km 2,5 bis 16,5 sowie Stat.-km 23,5 bis 29,6 (einschl. Kleine Düssel bis Stat.-km 3,8).

Weiterhin liegt ein eindimensionales hydraulisches Modell (Software: JABRON, Fa. Hydrotec) aus dem Jahre 2012 für den gesamten Gewässerverlauf vor.

Durch Erweiterung und Zusammenführung der Modelle ist ein durchgehendes zweidimensionales hydraulisches Modell für die Düssel von Stat.-km 2,5 bis 29,6 einschließlich der Kleinen Düssel von Stat.-km 0,0 bis 3,8 zu erstellen. Weiterhin sind die aktuellen Profilvermessungen im Bereich der Pegel (Erkrath, Eigen, Gruiten) in das Modell einzupflegen. Im Hydraulikmodell ist an den Pegeln jeweils ein Kontrollquerschnitt anzulegen, der den gesamten Abflussquerschnitt erfasst.

Für den zweidimensional neu zu erstellenden Abschnitt zwischen Stat.-km 16,5 und 23,5 sind nachfolgende Bedingungen zu gewährleisten:

- Das Berechnungsnetz muss die zu erwartende Fläche des HQ₁₀₀₀ sicher erfassen und sich von der Form her dem zu erwartenden Strömungsverlauf anpassen.
- Die Gebäudeumrisse sind aus dem Liegenschaftskataster (ALKIS) zu übernehmen und in das Modell einzuarbeiten.
- Die Rauheitsparameter für den Flussschlauch sind aus dem vorhandenen JABRON-Modell zu übernehmen. Die Rauheitsparameter für den Vorlandbereich sind aus der Nutzung (ATKIS) abzuleiten.
- Alle hydraulisch relevanten Bauwerksgeometrien sind im Modell abzubilden (Widerlager, Konstruktionsunterkanten, usw.). Eine mögliche Überströmbarkeit ist zu berücksichtigen.
- Es ist ein fehlerfreier Proberechenlauf durchzuführen.
- Die Erstellung des Berechnungsnetzes einschließlich Generierung des Flussschlauchs und die Methodik zur Behebung von Datenlücken, Datenreduzierung sowie Bruchkantenerzeugung sind unter Angabe der verwendeten



Software zu beschreiben. Weiterhin sind die Rauheiten und Bauwerkparameter sowie die generellen Modelleinstellungen des Hydraulik-Modells zu dokumentieren.

Das neu erstellte Modell ist mittels fünf realer Abflussereignisse an den Pegeln Düssel/Eigen, Düssel/Erkrath (LANUV) und Düssel/Gruiten (BRW) für Flussschlauch und soweit möglich Vorland zu kalibrieren. Die Auswahl der verwendeten Ereignisse ist mit dem AG abzustimmen.

Das Modell ist mir nach Abschluss der Arbeiten zu übergeben.

3.6 Ermittlung der Überflutungsflächen für $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} , HQ_{extrem}

Auf Grundlage der Ganglinien gem. Kap. 3.4.2 sind Überflutungsflächen für $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} , HQ_{extrem} für die Düssel von Stat.-km 13,2 bis 25,0 sowie die Kleine Düssel von Stat.-km 0,0 bis 0,7 instationär und unter Beachtung nachfolgender Vorgaben zu ermitteln:

- Die berechneten Wasserspiegellagen an den Modellknoten sind durch ein geeignetes Interpolationsverfahren in eine Fläche zu überführen (Roh-Wasserspiegellage, Format Esri-Grid 1x1m).
- Die Überflutungsflächen sind durch Differenz der Roh-Wasserspiegellagen mit dem zur Verfügung stehenden DGM zu ermitteln und in einen Vektordatensatz zu überführen (Esri Feature-Class). Die Flächen sind zu plausibilisieren, insbesondere die Anschlaglinie sowie Insellagen innerhalb und Druckwasserbereiche außerhalb der Überflutungsfläche, sowie in Abstimmung mit dem AG zu bereinigen.
- Das Raster der Roh-Wasserspiegellage ist auf Basis der Flächenabgrenzung zu beschneiden. Bei aufgefüllten Bereichen, in denen die prognostizierte Wasserspiegellage unter der Geländehöhe liegt, wird als Überflutungshöhe die DGM-Höhe zuzüglich einem Zentimeter angesetzt.
- Die Wassertiefen werden aus der Differenz der bearbeiteten Wasserspiegellagen mit dem DGM erzeugt. Es sollen keine negativen Überflutungstiefen auftreten.
- Die Ergebnisse der Fließgeschwindigkeiten aus der 2D-Berechnung sind für jeden benetzten Knoten so aufzubereiten, dass neben den Koordinaten auch



eine resultierende Geschwindigkeit sowie der zugehörige Richtungswinkel angegeben werden. Der Richtungswinkel ist im geodätischen (geographischen) Koordinatensystem im Uhrzeigersinn anzugeben. Die Ergebnisse sind in einem Vektordatenformat für Punktgeometrien (vorzugweise ESRI FileGeodatabase mit FeatureClass) zu übergeben.

Die Ergebnisse (Wasserspiegellage, Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und -richtung, Überflutungsflächen) sind auf Plausibilität zu prüfen ($HW_{\text{häufig}} < HW_{100} < HW_{\text{extrem}}$, unrealistische Werte von Tiefen oder Geschwindigkeiten, Fließwege, Vergleich mit alten Überschwemmungsgebieten). Der Wasserspiegellagenverlauf ist zusammen mit der Abflussganglinie des Hydraulikmodells an drei mit dem AG abgestimmten Querschnitten zu dokumentieren.

Alle Ergebnisse und Zwischenergebnisse zur Ermittlung der Überflutungsflächen sind dem AG in Esri-kompatiblen Formaten (TIN, Grid, Feature-Class, ...) zu übergeben.

3.7 Auswertungen und Darstellungen für $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} , HQ_{extrem}

Die Wasserspiegellagen und Abflussmengen sind zusammen mit der Sohlage an den 100m-Punkten der Stationierungskarte (GSK 3E) für den gesamten Berechnungsabschnitt in hydraulischen Längsschnitten grafisch darzustellen. Die Lage und ggf. der Einstau von Brückenbauwerken sowie die Lage einmündender größerer Nebengewässer sind zu kennzeichnen.

Die Abflüsse der Szenarien an den Kontrollquerschnitten der Pegel sind darzustellen. Dabei sind die Fließzeiten zwischen den Pegeln anhand der Q_{max} -Werte auszuwerten.

Zusätzlich sind tabellarisch die Koordinaten des Schnittpunktes zwischen Brücken/Durchlassbauwerk und Gewässerverlauf (GSK3E), die Konstruktionsunter- und -oberkanten der Bauwerke sowie die jeweilige Wasserspiegellage am Einlauf anzugeben.



3.8 Dokumentation

Im Zuge des Projektes ist ein Abschlussbericht zu erstellen, welcher die Bearbeitung der einzelnen Leistungspositionen dokumentiert. Er ist für den internen Gebrauch des AG und des Bergisch-Rheinischen Wasserverbands bestimmt und dient dazu die Grundlagendaten zusammenzufassen, die Vorgehensweise zu erläutern und die Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten darzustellen. Die Gliederung des Berichts ist beim Projekteröffnungsgespräch vorzustellen und mit dem AG abzustimmen. Die Berichtskapitel sind parallel zur Bearbeitung der Leistungspositionen im Entwurf zu erstellen und dem AG vorzulegen. Der Berichtsentwurf ist mit dem AG abzustimmen.

Der Erläuterungsbericht ist im docx- und unterschrieben im pdf-Format zu übergeben.

3.9 Besprechungstermine

Die Besprechungstermine werden zwischen AG und AN unter Beteiligung des Bergisch-Rheinischen Wasserverbands durchgeführt. Für die Besprechungen ist jeweils ein Zeitplan mit Angabe des aktuellen Bearbeitungsstatus vorzulegen. Für alle Besprechungstermine obliegen dem AN die Terminkoordination in Absprache mit dem AG, die Protokollführung sowie die Präsentation der abzustimmenden Inhalte bzw. der Ergebnisse.

Es sind ein Projektstartgespräch und eine Ergebnispräsentation von jeweils 2 Stunden Dauer vorgesehen. Für den Besprechungstermin obliegen dem AN die Terminkoordination in Absprache mit der AG, die Präsentation der Inhalte / Ergebnisse sowie die Protokollführung. Besprechungsort ist jeweils Düsseldorf.

3.10 Datenübergabe

Die hydraulischen Modelle, alle Berechnungsergebnisse und die Ergebnisse von Zwischenschritten sowie die Dokumentation sind dem AG digital zur Verfügung zu stellen. Die Ablagestruktur für die Übergabe ist mit dem AG abzustimmen.