

Musterleistungsbeschreibung

**Hydronumerische Modellierung von Fließgewässerabschnitten
im StALU **xx****

**zur Erstellung von Hochwassergefahren- und Risikokarten
gemäß den Vorgaben der EU-HWRM-RL**

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1. Anlass	5
2. Systematik	5
3. Zielstellung.....	6
4. Leistungen	6
Leistung A – Übernahme und Prüfung der Vermessungsunterlagen	6
Optionale Position zu Leistung A – Durchführung von Vermessungen und Erstellung der erforderlichen Vermessungsunterlagen	6
Leistung B – Übernahme und Aufbereitung von Geoinformationen	8
Leistung C – Vor-Ort-Begehung und -Aufnahmen	8
Leistung D – Aufbau des hydronumerischen Modells	9
Leistung E – Kalibrierung / Verifizierung des Modells	10
Leistung F – Modellberechnungen	11
Leistung G – Plausibilitätsprüfung	11
Leistung H - Datenstandards zur Archivierung und Übergabe hydraulischer Datengrundlagen	11
Leistung I – Dokumentation	12
Leistung J – Übergabe der Ergebnisse	12
Leistung K – Öffentlichkeitsbeteiligung	12
Leistung L – Beratungen	12
5. Untersuchungsrahmen und Grundlagen	13
5.1 Gewässerabschnitte im Amtsbereich des StALU xx von insgesamt xxx,x km Länge.....	13
5.2 Gewässergeometrie	13
5.3 Vermessungsunterlagen	13
5.4 Hydrologie	13
5.5 Topographie	13
5.6 Digitales Geländemodell (DGM)	14
5.7 Deiche	14
6. Besondere Hinweise zur Bearbeitung (Mitwirkung des AG)	14
7. Bearbeitungszeitraum und Teilleistungen.....	14
8. Inhalt des Angebots	14
9. Nebenangebote	15
10. Zuschlagskriterien (in Abstimmung mit Abt. 1)	16
11. Ansprechpartner beim Auftraggeber	16
Anlage 1: Rauigkeiten	17

Anlage 2: Allgemeine Anforderungen an Vermessungen für hydraulische Fragestellungen.....	17
Anlage 3: Leistungspositionen (tabellarisch)	18
Anlage 4: Übersicht der Datenquellen:.....	21
Anlage 5: Quellen:	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestandteile der Hochwasserrisikomanagementpläne und deren Zeiten für die Fertigstellungen bzw. Aktualisierungen	5
Tabelle 2: Gewässerabschnitte des hydronumerischen Modells	13

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
DOP	Digitale Orthophotos
EU	Europäische Union
GAF	Gewässerkundliches Austauschformat
HQ10	10jähriger Hochwasserabfluss
HQ20	20jähriger Hochwasserabfluss
HQ100	100jähriger Hochwasserabfluss
HQ200	200jähriger Hochwasserabfluss
HQExtrem	200jähriger Hochwasserabfluss mit Versagen von Hochwasserschutzanlagen
HWGK	Hochwassergefahrenkarte
HWRK	Hochwasserrisikokarte
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
HWRMP	Hochwasserrisikomanagementplan
LAIV MV	Landesamt für innere Verwaltung MV
MLB	Musterleistungsbeschreibung
Mdg.	Mündung
NA	Niederschlag-Abfluss-Modell
HN-Modell	hydrodynamisch-numerisches-Modell
NG	Nebengewässer
oh	Oberhalb
RHB	Rückhaltebecken
StÄLU	Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt
uh	Unterhalb
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

1. Anlass

Gemäß der Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie, HWRM-RL) sind Hochwasserrisikomanagementpläne für die Gewässer zu erarbeiten, die in einer ersten, vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos festgelegt werden.

Die Hauptetappen bzw. Bestandteile bei der Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRMP) sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die EU-HWRM-RL sieht dabei feste Zeiten vor, bis wann die einzelnen Bestandteile zu erarbeiten bzw. zu aktualisieren sind. Die Zeiten sind ebenfalls in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Bestandteile der Hochwasserrisikomanagementpläne und deren Zeiten für die Fertigstellungen bzw. Aktualisierungen

Bestandteile des HWRMP	Fertigstellung bis zum	Erste Überprüfung und ggf. Aktualisierung	Weitere Überprüfung und ggf. Aktualisierung
Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos	22.12.2011	22.12.2018	alle 6 Jahre
Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten	22.12.2013	22.12.2019	alle 6 Jahre
Beschreibung der angemessenen Ziele des Hochwassermanagements	22.12.2015	22.12.2021	alle 6 Jahre

Gleichzeitig mit der Erarbeitung der HWRMP soll im Land Mecklenburg-Vorpommern die Erarbeitung der festzusetzenden Überschwemmungsgebiete nach §76 WHG (Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts vom 31. Juli 2009, Inkrafttreten am 01.03.2010) erfolgen.

Sowohl für die Erarbeitung der HWRMP nach EU-HWRM-RL als auch für die Ermittlung der Überschwemmungsgebiete nach §76 WHG sind hydronumerische Berechnungen die Voraussetzung, um die vom Hochwasser betroffenen Bereiche für verschiedene HQ(T) auszuweisen.

2. Systematik

In MV wurden die Gewässer- und Küstenabschnitte bestimmt, an denen ein vorläufiges Hochwasserrisiko, entsprechend den Vorgaben der HWRM-RL, besteht. Für diese Abschnitte muss das Land Hochwassergefahren- und –risikokarten erstellen. Grundlage der Karten bilden die hydraulischen Modellierungen der zu untersuchenden Gewässerabschnitte. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse im Land zu wahren, sind unter Punkt 4 der Leistungsbeschreibung landeseinheitliche Vorgaben formuliert worden, die den Standardumfang der zu erbringenden Leistung definieren. Spezielle Angaben zum Untersuchungsgebiet bzw. zum zu untersuchenden Gewässerabschnitt sind unter Punkt 5 aufgeführt.

3. Zielstellung

Für die unter Punkt 5.1 aufgeführten Gewässerabschnitte soll ein hydronumerisches Modell aufgestellt werden, um damit mindestens die

- Wasserstände in Absoluthöhen (m über Gelände) und im amtlichen Höhenmessnetz DHHN 2016,
- flächenhafte Ausdehnung der Wasserspiegel, Einstautiefen und ggf. Fließrichtungsvektoren für die HW-Ereignisse HQ10, HQ20, HQ100 und HQExtrem,
- flächenhafte Ausdehnung der Wasserspiegel bei deichgeschützten, also durch technischen Hochwasserschutz geschützten, Gebieten für das HQ100 und HQExtrem zu berechnen.

Die Berechnungsergebnisse für HQ10, HQ20, HQ100 und HQExtrem sind standardisiert aufzubereiten, so dass sie für die Erstellung der HW-Gefahren- und HW-Risikokarten Verwendung finden können. Die Darstellung der HQ100-Anschlaglinie muss so erfolgen, dass eine Ausweisung von Überschwemmungsgebieten möglich ist. Durch Maßnahmen der Hochwasserabwehr in ausreichendem Maß geschützte Flächen sollen sich durch eine farbliche Signatur (gelben bis roten Farbtönen) von den anderen Überflutungsgebieten unterscheiden lassen. Die Vorgabe zur Darstellung sind der „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten“ (Kapitel 4 [LAWA 2018](#)) zu entnehmen. Die Datenstandards orientieren sich am Gewässerkundlichen Austauschformat (GAF) und werden während der Projektarbeit weiterentwickelt und abgestimmt.

4. Leistungen

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

Leistung A – Übernahme und Prüfung der Vermessungsunterlagen

Die Vermessungsunterlagen werden im Regelfall vom Auftraggeber (AG), wie unter Punkt 5.3 beschrieben, an den Auftragnehmer (AN) übergeben.

Die Daten sind durch den AN zunächst auf Vollständigkeit und inhaltliche Richtigkeit zu prüfen. Liegen die übergebenen Vermessungsunterlagen nicht im Bezugssystem ETRS89 vor, ist eine Datentransformation durchzuführen.

Fehlende, für den Modellaufbau aber notwendige Daten, sind bei dem AG nachzufordern. I.d.R. erfolgt vom AG eine Nachforderung bzw. Anfrage beim Vermessungsbüro, welches die Unterlagen erstellt hat.

Der AN führt einen Pauschalpreis für 20 h Vermessungsarbeiten als optionale Position aus, der im Falle von Ergänzungsmessungen zur Aufbereitung der übergebenen Vermessungsunterlagen heranzuziehen ist.

Optionale Position zu Leistung A – Durchführung von Vermessungen und Erstellung der erforderlichen Vermessungsunterlagen

Der AN führt die zur hydraulischen Modellierung erforderlichen Vermessungsarbeiten am Gewässerabschnitt durch und erstellt die Vermessungsunterlagen, welche als GIS-Projekt und im GAF-Format zu übergeben sind.

Sowohl für 1D- als auch für 2D-HN-Modelle ist es erforderlich den Gewässerschlauch durch terrestrische Vermessung in Form von georeferenzierten Querprofilen aufzunehmen. Die Profilgeometrie ist grundsätzlich durch einen Polygonzug über das Hauptgerinne und abflussrelevante Vorlandbereiche zu beschreiben. Dabei sind die Profile mit Blick in Fließrichtung von links nach rechts mit Bezug auf die jeweilig geltende Gewässerstationierung aufzunehmen.

Durch die Profilaufnahme wird das Gewässer nur generalisiert wiedergegeben. Um eine zu starke Generalisierung zu vermeiden, wird ein Profilkpunktstand von 1 m bis 5 m empfohlen. Als Faustregel für den notwendigen Punktstand im jeweiligen Profil gilt 1/10 der Profildbreite. Für 1D-HN-Modelle ist speziell bei stark mäandrierenden Gewässern darauf zu achten, dass keine schneidenden Profilachsen aufgenommen werden, sondern die Profile auf den Vorländern entsprechend abgeknickt werden. Dadurch wird die im 1D-HN-Modell vorausgesetzte senkrechte Durchströmung des gesamten Querprofils bei der Aufnahme der Grundlagendaten berücksichtigt.

Die terrestrische Aufnahme von Gewässern sollte bei geringer Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit durch Begehung durchgeführt werden. Bei größeren Wassertiefen oder höheren Fließgeschwindigkeiten ist der Einsatz eines Bootes unumgänglich. Generell sollte der jeweils während der Vermessung vorhandene Wasserspiegel aufgenommen werden und in der Ausarbeitung mit Datum und Uhrzeit der Aufnahme vermerkt werden. Sofern nicht anders gefordert, ist die Lage der festen Sohle und die Oberfläche von Schlamm oder sonstigen Ablagerungen aufzunehmen. Im Allgemeinen empfehlen wir die Profildabstände je nach Gleichförmigkeit auf bis zu 200 m anzusetzen. Die Lagegenauigkeit der Einzelpunkte ist mit Zentimetergenauigkeit aufzunehmen und eine maximale Abweichung von 5 cm ist einzuhalten.

Im Bereich von Bauwerken und/oder starken Änderungen der Gerinnegeometrie oder des Sohlgefälles sind zusätzliche Profile erforderlich. Der Profildabstand im Bereich von Bauwerken sollte so gewählt werden, dass der Fließzustand bzw. die ggf. vorhandene Verengung des Fließquerschnittes hydraulisch korrekt erfasst wird. Bei längeren Kreuzungsbauwerken unregelmäßiger Geometrie ist darauf zu achten, dass sie durch den kleinsten Querschnitt repräsentiert werden.

Weiterhin sind in Gewässern nicht senkrecht querende Brückenbauwerke im Zusammenhang mit hydraulischen Untersuchungen generell senkrecht zur Fließrichtung aufzunehmen (Nettoquerschnitt). Bei Wehren ist es erforderlich, neben dem Unter- und Oberwasserprofil das Überfallprofil (Höhe der Wehrkrone, Form der Wehrkrone, ggf. Radius der Wehrkrone, Überfalllänge) vermessungstechnisch aufzunehmen.

Durch die aus den Laserscanbefliegungen vorhandenen Daten der Vorländer ist es in der Regel ausreichend, das Hauptprofil durch terrestrische Vermessung aufzunehmen. Die Profile werden dann im Rahmen der Modellerstellung mit Hilfe der Daten des Laserscanning sinnvoll verlängert. Dabei ist die o.g. senkrechte Durchströmung der Vorländer zu berücksichtigen. Analog zum Laserscanning kann auch Photogrammetrie als Verfahren angewendet werden.

Falls zusätzlich Peilungen/Lotungen für den Aufbau des Gerinnes verwendet werden sollen, ist darauf zu achten, dass eine hinreichende Überlappung mit dem Vorland erzeugt wird, um Interpolationen im Uferbereich zu vermeiden. Diese Überlappung kann entweder durch Terrestrische Vermessung oder durch eine Befahrung im Hochwasserfall erzeugt werden, wobei die o.g. notwendigen Punktabstände nicht überschritten werden dürfen. Beim Einsatz eines Echolotes ist darauf zu achten, dass eventuell auftretende Verkräutungen aus den Datensätzen entfernt werden müssen und bei Bedarf durch Terrestrische Vermessungen ergänzt werden.

Als Grundlage für 2D-HN-Modellierungen ist es zusätzlich zur Querprofilaufnahme erforderlich, die vorhandenen Bruchkanten am Gewässer terrestrisch aufzunehmen.

Leistung B – Übernahme und Aufbereitung von Geoinformationen

Für Mecklenburg-Vorpommern liegt ein flächendeckendes digitales Geländemodell basierend auf einem Raster von 1 m x1 m (DGM1) vor. Dieses DGM1 bildet die Ausgangsbasis für alle hier auszuschreibenden Leistungen und kann beim LAiV MV kostenfrei heruntergeladen werden. In den Bereichen, in denen dem AG ein genaueres DGM vorliegt, ist dieses entsprechend heranzuziehen. Der AN hat dem AG nachzuweisen, inwieweit das DGM 1 für eine hydraulische Modellierung ausreichend ist und in welchen Bereichen genauere Daten (Vermessungen) erforderlich sind.

Für den Aufbau des hydronumerischen Modells ist die Aufbereitung des digitalen Geländemodells und der Landnutzungsdaten erforderlich. Darüber hinaus gehende Geoinformationen (z. B. Einzugsgebietsgrenzen, Gewässernetz, Pegel etc.) dienen der allgemeinen Information.

Aufbereitung des Geländemodells

Das verwendete DGM und DOM ist so aufzubereiten (vgl. Leistung D), dass eine ausreichende Genauigkeit vorliegt, um die hydronumerische Modellrechnung für HW-Ereignisse HQ10, HQ20, HQ100 und HQExtrem durchführen zu können.

Wenn im verwendeten DGM in Kombination mit dem DOM die Schutzbauwerke (z.B. Deiche, Verwallungen, Hochwasserschutzwände, ...) nicht eindeutig identifizierbar dargestellt werden können, sind die Bruchkanten der Bauwerke tachymetrisch zu bestimmen.

Lage- und Höhenbezugssystem

Die Bearbeitung und Datenabgabe soll im amtlichen Lage- und Höhenbezugssystem des Landes M-V (Lage: ETRS89 mit führender Streifenbezeichnung (epsg:5650), Höhe: DHHN 2016) erfolgen.

Aufbereitung der Landnutzungsdaten

Für die Ermittlung der Landnutzung und der entsprechenden Rauigkeiten ist der aktuelle ALKIS Datensatz zu verwenden und bei Bedarf durch den ATKIS-, Basis DLM oder CORINE –Datensatz zu ergänzen. Die Daten sind anhand der Begehungen sowie der DOP-Auswertung zu plausibilisieren. Die digitale Orthophotos (DOP) können als Webdienste vom LAiV MV eingebunden werden (siehe Anlage 4).. Anhand der ermittelten Landnutzungen sollen durch den AN die Rauigkeiten im Vorland bestimmt werden. Daher ist dieses Shape für die voraussichtlichen Überschwemmungsgebiete des HQExtrem-Ereignisses aufzubereiten. Dazu gehören:

- Begrenzung der räumlichen Ausdehnung,
- Übertragung der Landnutzungsklasse auf die Rasterzellen des verwendeten DGM,
- Belegung der Rauigkeiten des Vorlandes gemäß Anlage 1.

Der jeweils gewählte Rauigkeitsparameter für Gewässersohle und Vorländer sowie die angesetzten Bewuchsparameter bzw. deren äquivalente Rauigkeitsparameter sind dem AG nachvollziehbar unter Verwendung und einer Darstellung der Güte der rechnerischen Ergebnisse des HN-Modells zu den vorhandenen Beobachtungen und in Abstimmung mit dem AG bei Bedarf mit Fotos zu dokumentieren und in den abzustimmenden Formaten (s. Punkt H) zu übergeben.

Leistung C – Vor-Ort-Begehung und -Aufnahmen

Im Rahmen von Ortsbegehungen sind die Vor-Ort-Verhältnisse, u. a. Landnutzung und Bauwerke mit Relevanz zum Hochwasserschutz zu begutachten. Historische und vergangene

Hochwasserereignisse, auf die der AG aufmerksam macht, sind vor Ort in ihrer Ausdehnung, in den maßgeblichen Abflusswegen und deren Auswirkungen bildlich vorzustellen. Diese Begehung soll mindestens in Form eines Protokolls dokumentiert werden. In der Kostenkalkulation ist eine Pauschale für die Leistung C anzugeben.

Bauwerke

Der AN prüft anhand der Vermessungsunterlagen, ob alle notwendigen Angaben der Bauwerke für den Modellaufbau (z. B. für das vollständige Öffnen von Wehren) eindeutig wiedergegeben werden. Im Zweifelsfall sind weitere Profilpunkte in die vorhandenen Aufmessungen einzupassen. Zu solchen Bauwerken zählen u. a.:

- Stauanlagen im Flussgebiet (z. B. Wehre),
- Deichanlagen einschließlich angeschlossener Rückstaudeiche,
- Rückhaltebecken,
- Einbauten in Deichen (Siele),
- Sohlschwellen,
- Brückenbauwerke, Überfahrten, Durchlässe, Rohrleitungen.

Längsbegleitend zu den Gewässern können unterschiedliche Bauwerke bzw. Strukturen mit einer deichähnlichen Wirkung existieren (Straßen- oder Eisenbahndämme etc.). Diese sind in der hydraulischen Berechnung zu berücksichtigen. Derartige Strukturen werden oftmals durch Gewässerkreuzungen, Wege und Straßen mittels entsprechender Bauwerke (Durchlässe, Brücken) gekreuzt. Es ist anhand von Karten und im Zuge der Begehung zu prüfen, ob durch diese hydraulische Verbindung das Hinterland als abflusswirksamer Bereich im hydraulischen Modell zu berücksichtigen ist. In diesem Falle sind die Durchlassbauwerke zu lokalisieren und die hydraulische Verbindung im DGM zu prüfen und ggf. zu bereinigen. Sollte es für eine eindeutige Beschreibung der Abflussverhältnisse erforderlich sein, dass die Bauwerke lage- und höhenmäßig eingemessen werden, ist dies umgehend dem Auftraggeber mitzuteilen.

Landnutzung

Die Landnutzung ist ebenfalls mit Relevanz zum Hochwasserschutz vor Ort zu prüfen. Insbesondere abflussbehindernde Strukturen, z. B. Auenwälder sind in ihrer Ausdehnung mit den vorhandenen Daten (vgl. Punkt 5.4) zu prüfen und ggf. anzupassen. Die Vor-Ort-Begehung dient ebenfalls der Schätzung der Rauigkeiten und ggf. Anpassung der Werte in **Anlage 1**.

Leistung D – Aufbau des hydronumerischen Modells

Auf der Grundlage des DGM, der Vermessungsunterlagen, eventueller Ergänzungsmessungen, Fotos sowie der DOP und Landnutzungsdaten soll ein hydronumerisches Modell für die zu untersuchenden Gewässerabschnitte aufgebaut werden. Für die hydraulische Modellierung sind die am Markt gängigen Programme (z.B. Hec-Ras) einzusetzen. Falls für dieses Programm eine Lizenz notwendig ist und im Land M-V keine Lizenz vorliegt, ist im Angebot der Preis für eine Lizenz für die Verwendung im Land M-V mit aufzuführen. Über die zu verwendende Modellierungssoftware ist vorab zwischen AG und AN Einvernehmen zu erzielen. Die erzeugten Ergebnisse müssen mit gängigen GIS-Programmen (QGIS, ArcGIS) darstellbar sein.

Grundsätzlich sollen 1D-Modellierungen vorgenommen werden. Ist aus fachlichen Gründen eine 2D oder gekoppelte 1D-/2D-Modellierung erforderlich, so werden die entsprechenden Abschnitte vom AG unter Punkt 5.1. näher spezifiziert.

Nebenangebote für 1D-Modelle (komplett oder teilweise) oder 2D-Modelle sind zulässig.

Zu beachten sind:

- Die Lage der Querprofile, Bauwerke und Gewässerachse sowie die Stationierung (Kilometrierung) der Querprofile ergibt sich aus den Vermessungsdaten.
- Vermessungsdaten beinhalten ggf. abschnittsweise oder komplett auch die Aufmessung der festen Gerinnesohle (ohne Schlammauflage). Für den Modellaufbau (Ist-Zustand) sind die Querprofile mit Schlammauflage zu verwenden.

Falls keine Daten zu Schlammauflagen vorliegen, sind diese sofern unter Punkt 5.3 aufgeführt - zu erfassen. Für diesen Fall ist ein Einheitspreis für die Modifizierung von ca. 10 Querprofilen (entspricht ca. 1 km) im Angebot auszuweisen.

- Für den Aufbau des Berechnungsmodells des HQExtrem-Ereignisses sind zwei modifizierte DGM zu verwenden, bei dem jeweils entweder der rechte oder der linke Deiche entfernt wird. Für alle anderen Ereignisse ist das (normale) DGM1 mit Deichen zu verwenden. Zusätzlich kann in Absprache mit dem AG ein Deichbruchszenario betrachtet werden, wenn realitätsnähere Ergebnisse erwartet werden.
- Für den Aufbau des Berechnungsmodells für die deichgeschützten Flächen bei HQ100 ist ebenfalls ein modifiziertes DGM ohne Deiche zu erstellen. Zusätzlich kann in Absprache mit dem AG Deichbruchszenarien bei instationären Modellierungen betrachtet werden, wenn realitätsnähere Ergebnisse erwartet werden.
- Für alle anderen Ereignisse ist das (normale) DGM zu verwenden
- Die Zuordnung von Gerinneabschnitten zu den Rauigkeitsklassen nach Anlage 1 soll anhand der Vermessungsunterlagen sowie der Vor-Ort-Begehungen (Anmerkungen an den Querprofilen und Lageplänen und vor allem anhand der Fotos) vorgenommen werden. Sofern die Kalibrierung des Modells anhand eines vorgegebenen HW-Ereignisses (vgl. Leistung E) entfällt, werden den Rauigkeitsklassen vorgegebene Rauigkeiten (vgl. Anlage 1) je Querprofil zugeordnet.
- Für die Berechnung der HQ(T)-Ereignisse sind die Stauanlagen stets komplett geöffnet. Die entsprechenden Höhenangaben für die Bauwerke sind den Vermessungsunterlagen zu entnehmen. In Absprache mit dem AG sind Fälle zu berücksichtigen, bei denen eine komplette Öffnung nicht möglich ist (z.B. bei gleich großen Wehrtafel lässt sich eine Wehrtafel nicht öffnen, bei verschieden großen Wehrtafeln lässt sich die größte nicht öffnen, siehe DVWK M 216 1990).
- In Einzelfällen sind Anfragen zu entsprechenden Höhenangaben bei Gewässern I. Ordnung an den AG, bei Gewässern II. Ordnung an die Verbandsingenieure der WBV vorzusehen.

Leistung E – Kalibrierung / Verifizierung des Modells

Das unter Leistung D aufgestellte Modell ist zu kalibrieren / verifizieren. Hierzu ist ein Ereignis mit erhöhten Durchflüssen heranzuziehen. In Ausnahmefällen können auch die erfassten Wasserspiegellagen mit den dazugehörigen Pegeldurchflüssen benachbarter Pegel verwendet werden. Grundsätzlich sind die zur Kalibrierung verwendeten Daten und das jeweilige Messprogramm mit dem AG abzustimmen.

Die Wasserstände für die untere Randbedingung, Zuflüsse und die Stauhöhen an den Stauanlagen werden vom AG bereitgestellt oder vom AN in enger Absprache mit dem AG ermittelt. In unbeobachteten Einzugsgebieten ist das Modell vom AN anhand von Stichtagsmessungen zu verifizieren. Die Kalibrierung erfolgt anhand der Rauigkeiten, welche dann als

Ergebnis der Kalibrierung für die Anschlaglinie der HQ10-, HQ20, HQ100- und HQ200-Ereignisse und HQ100-deichgeschützt übernommen werden.

Die in Anlage 1 zusammengestellten Rauigkeiten für die Gerinne und Vorländer können als Anfangsrauigkeiten verwandt werden.

Eine weitere Untergliederung der Gerinnerauigkeiten (für z. B. linkes Ufer, rechtes Ufer, Sohle oder auch abhängig vom Wasserstand) ist zwingend vorzusehen.

Das Ergebnis der Kalibrierung / Verifizierung ist dem AG vorzustellen und durch diesen abzunehmen.

Falls in diesem Schritt das HQExtrem eine größere Ausdehnung zu erwarten ist, als unter Leistung B dargestellt, ist die durch Ausspiegelung ermittelten Wasserspiegellage zu verwenden um das Modellgebiet auf die erwartete Fläche zu erweitern.

Leistung F – Modellberechnungen

Für die Ereignisse HQ10, HQ20, HQ100 und HQExtrem werden mindestens die zugehörigen

- Wasserstände in Absoluthöhen und im amtlichen Höhenmessnetz DHHN 2016, bei 1D Modellen entlang der Gewässerachse, bei 2D Modellen auf dem gesamten Raster
- Die Anschlaglinie für alle Szenarien als Polygon
- Die Einstautiefen für alle Szenarien als Rasterdatensatz und zusätzlich als Vektordatensatz

Und für das HQ10 und HQ100-Ereignis

- flächenhafte Ausdehnung der Wasserspiegel bei deichgeschützten Gebieten
- die Einstautiefen bei hochwassergeschützten Gebieten

stationär als Randbedingung berechnet. Zusätzliche instationäre Berechnungen sind in Absprache mit dem AG möglich.

Leistung G – Plausibilitätsprüfung

Vom AG wird bei der Erstellung der Anschlaglinien/-polygone, die für die Erstellung der verschiedenen Kartentypen erforderlich sind, eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt.

Dabei sind Rückfragen an die Hydraulik erforderlich. Insbesondere in Fällen, wo die Anschlaglinien nicht geschlossen abgebildet werden, ist zu prüfen, welche Ursache dem zugrunde liegt. So können z. B. Beschattungen von sehr schmalen Fließgewässern (Gräben) dazu führen, dass der berechnete Wasserstand für HQ(T) mit geringen Wiederkehrintervallen (z. B. HQ10) unter den Höhen des Fließgewässers im DGM liegt. Diese Bereiche sind dem AG anzuzeigen und in sinnvoller Form das DGM in diesen Bereichen auf der Grundlage der Vermessungsunterlagen zu bereinigen. Im Angebot ist die Methodik der Bereinigung zu beschreiben. Für die Kostenkalkulation innerhalb des Angebots ist von 50 Gridzellen pro Bereich auszugehen.

Leistung H - Datenstandards zur Archivierung und Übergabe hydraulischer Daten Grundlagen

Siehe Datenstandards (Anlage_HWR_Hydraulik_Datenstandards) zur Archivierung und Übergabe der für die hydraulischen Berechnungen notwendigen Grundlage- und Ergebnisdaten. Abstimmungen sollten mindestens für die folgenden Daten vorgenommen werden:

- Querprofile,
- Querbauwerke,

- Ausmaß der Überflutungen,
- Wassertiefen und
- Einzelvermessungsergebnisse.

Der AN hat hierzu entsprechende Vorschläge zu machen und diese auf mindestens zwei Koordinierungsrunden oder im Rahmen des Jour-Fixe mit dem AG und ggf. weiteren AN zu diskutieren.

Leistung I – Dokumentation

Der AN übergibt dem AG einen Abschlussbericht, in dem der Modellaufbau, die Kalibrierung/Verifizierung des Modells sowie die Modellergebnisse für die weitere Bearbeitung beschrieben sind.

Die Übergabe der Dokumentation erfolgt 2-fach analog und 2-fach digital (Word, Excel, PDF etc. MS Office kompatibel).

Leistung J – Übergabe der Ergebnisse

An den AG sind alle Daten des hydronumerischen Modells einschließlich der Ergebnisse (1-fach digital) zu übergeben. Allerdings werden die Datenstandards (siehe Leistung H) gemeinsam mit dem AG entwickelt und eine verpflichtende Übergabe vorausgesetzt.

Die Ergebnisse sind zudem als Lageplan im geeigneten Maßstab (vgl. Punkt 5.5) elektronisch als PDF abzugeben.

Für die Lagepläne sollen die DOP mit halbtransparenter Topographie verwendet werden. Die darzustellenden Stufen der Wassertiefen sind dem Dokument der LAWA „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten“ (Klassengrenzen 0 m, 0,5 m, 1 m, 2 m und 4 m; Kapitel 4 [LAWA \(2018\)](#)) zu entnehmen, gleichfalls die ermittelten Fließgeschwindigkeiten und -richtungen. Abweichende Regelungen können gegebenenfalls vom AG festgelegt werden. Jedes Ereignis (HQ10, HQ20, HQ100 und HQ200) wird in einer eigenen Karte dargestellt, wobei die anderen zwei Ereignisse dann innerhalb der jeweiligen Karte als Anschlaglinie dargestellt werden sollen. Sämtliche Daten sind ebenfalls als GIS-Projekt mit entsprechenden Shapefiles oder Geo-Tiffs dem AG zu übergeben.

Alle Wasserspiegel und Einstautiefen werden zusätzlich als Rasterdatensatz mit den Einstautiefen bezogen auf das DGM 1 mit Abstufungen von mindestens 1 cm dargestellt und an den AN übergeben. Die Wasserspiegellage je betrachteten Szenario werden entlang der Gewässerachse als Shape mit Attributen ausgegeben, welche das Fließverhalten eines Gewässers beschreiben.

Leistung K – Öffentlichkeitsbeteiligung

Vor der Endabnahme der hydraulischen Modellierung ist durch den AN eine öffentliche Vorstellung der Ergebnisse vorzusehen. Der Teilnehmerkreis wird vom AG rechtzeitig bekannt gegeben. Ziel ist eine transparente und koordinierte Öffentlichkeitsarbeit bei der weiteren Umsetzung der HWRM-RL.

Leistung L – Beratungen

Zwischen AN und AG soll eine mindestens monatliche Jour-Fixe Beratung stattfinden, um Unklarheiten oder Zwischenergebnisse zwischen AN und AG zu besprechen.

5. Untersuchungsrahmen und Grundlagen

5.1 Gewässerabschnitte im Amtsbereich des StALU **xx von insgesamt xxx,x km Länge**

Tabelle 2: Gewässerabschnitte des hydronumerischen Modells

Nr.	Gewässer-name	GW K	von km	bis km	von - bis Ort/ Orts-lage	Kilome-ter Hyd-raulik	Vermessung er-forderlich (ja/nein)	1D/ 2D	
	Summe gesamt								

5.2 Gewässergeometrie

Die aktuellen Gewässergeometrien (dlm25w) werden durch das LUNG MV bereitgestellt oder können über das Kartenportal Umwelt heruntergeladen werden.

5.3 Vermessungsunterlagen

Der AG stellt dem AN folgende Vermessungsunterlagen zur Verfügung:

- ...
- ...

Sollten Vermessungsarbeiten erforderlich sein, hat der AN folgende Parameter und Anforderungen zu erbringen:

- ggf. Aufnahme von Schlammauflagen
- ...

5.4 Hydrologie

Wasserstände als untere Randbedingung für die hydronumerische Modellierung werden durch den **AG vorgegeben / sind vom AN** zu ermitteln und mit dem AG abzustimmen.

Die relevanten HQ(T) für vorhandene hydrologische Pegel werden vom AG bereitgestellt. Die Übertragung auf den zu untersuchenden Fließgewässerabschnitt erfolgt durch den AN.

Als Hintergrundinformation können die oberirdischen Einzugsgebiete, die im Rahmen der Erarbeitung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ermittelt wurden, bereitgestellt oder über das Kartenportal Umwelt bezogen werden.

Darüber hinaus gibt der AG Hinweise zu Unterlagen, Studien und Gutachten aus denen historische und/oder vergangene Hochwässer hervorgehen.

5.5 Topographie

Topographische Karten verschiedener Maßstäbe können als Dienste vom LAIV MV bezogen werden (siehe Anlage 4).

5.6 Digitales Geländemodell (DGM)

Die Übergabe des DGM im **XX**-m-Raster erfolgt durch den AG. Alternativ kann das DGM 1 auch von der Webseite des LAIV MV bezogen werden. (siehe Anlage 4). Sofern erforderlich, sind Bruchkanten von Schutzbauwerken durch AN zu bestimmen (siehe Leistung B). Das DGM wird zu Modellrechnungen der HW-Ereignisse HQ10, HQ20, HQ100 und HQExtrem verwendet.

5.7 Deiche

Die vorhandenen Deiche werden vom AG als Linien-Shapes (Polyline mit eventuellen Z-Koordinaten) zur Verfügung gestellt. Die Daten liegen eventuell als dxf-Datei, ASCII- und DA66-Datei beim AG vor und können für die Bearbeitung übergeben werden.

Sollten keine Linien-Shapes für Schutzbauwerke im zu untersuchenden Abschnitt vorliegen, sind diese aus dem DGM bzw. tachymetrisch vom AN zu bestimmen.

6. Besondere Hinweise zur Bearbeitung (Mitwirkung des AG)

Der Auftraggeber (AG) benennt einen Ansprechpartner zur Projektkoordination über die gesamte Bearbeitungszeit.

Für alle Besprechungs- und Abstimmungstermine zu den Leistungspositionen A bis K obliegen dem AN die Terminkoordination, die Protokollführung sowie die Präsentation der Ergebnisse bzw. der abzustimmenden Inhalte.

Eine enge Zusammenarbeit zwischen dem AN und AG wird vorausgesetzt.

Die Übergabe der unter Punkt 5 genannten Geoinformationen kann nach Bereitstellung eines Umringspolygones, welches das voraussichtliche Überschwemmungsgebiet des HQExtrem-Ereignisses beinhaltet, innerhalb von 10 Arbeitstagen übergeben werden. Falls sich bei der Bearbeitung herausstellt, dass das Umringspolygon zu klein gewählt ist, soll die Fläche auf Grundlage der sich ergebenden Wasserspiegellage um die zusätzliche Ausdehnung in Absprache mit dem AG erweitert werden.

Die Übergabe der Vermessungsunterlagen erfolgt innerhalb von 5 Arbeitstagen nach Vertragsbeginn.

7. Bearbeitungszeitraum und Teilleistungen

Die Bearbeitung soll unverzüglich nach Abschluss des Vertrages beginnen.

Die Abnahme folgender Teilleistungen wird angestrebt:

- Teilleistung I (Leistungen A-C)
- Teilleistung II (Leistung D)
- Endbearbeitung (Leistungen E-L).

8. Inhalt des Angebots

Dem Angebot sind folgende Angaben beizufügen:

1. Methodische und inhaltliche Vorgehensweise

Weicht die methodische und inhaltliche Vorgehensweise des Anbieters zur Erzielung der geforderten Ergebnisse von der unter Punkt 4 dargestellten ab, ist diese darzustellen.

Es ist zu erläutern, welche hydronumerischen Modelle und welche Software zur Aufbereitung der Geoinformationen (einschl. Versionen) eingesetzt werden.

2. Arbeits- und Zeitplan

Es ist ein Zeitplan in tabellarischer Form einzureichen, aus dem die einzelnen Leistungen (Arbeitsschritte) und deren zeitliche Verflechtung sowie Meilensteine (vgl. Punkt 7 Abnahme Teilleistungen) sichtbar werden. Der Bieter hat mit Angebotsabgabe einen Fertigstellungstermin zu nennen, welcher als verbindlich angesehen wird.

3. Darstellung des vorgesehenen Projektteams

Das vorgesehene Projektteam ist mit folgenden Angaben vorzustellen:

- Name, Adresse und Kontaktdaten des Ansprechpartners für das Angebot
- Kurzdarstellung des Projektteams (Projektleiter, Projektmitglieder)
- Projektspezifische Qualifikationsnachweise des Projektteams.

4. Benennung von Unterauftragnehmern

Es ist zu kennzeichnen, für welche Leistungen Unterauftragnehmer beauftragt werden sollen.

5. Kostendarstellung, finanzielles Angebot

Dem Angebot ist eine tabellarische Aufstellung beizufügen, aus der folgende Informationen hervorgehen:

- Kalkulation der Stunden mit den jeweiligen Stundensätzen (z. B. Projektleiter, wissenschaftlicher Mitarbeiter, technischer Mitarbeiter, Hilfskraft) aufgliedert für die einzelnen Leistungen gemäß Punkt 4.
- Verbindliche Angabe der Gesamtkosten (netto) und der Mehrwertsteuer (MwSt. gesondert ausweisen)
- Kalkulation der Nebenkosten (mit Aufgliederung z. B. der Reisekosten, Rechenzeiten) bzw. Angabe einer Pauschale als x% der Nettokosten.
- Gesamtbetrag (Gesamtkosten plus Nebenkosten) netto und brutto

6. Ausgewählte Referenzen

Dem Angebot ist eine Liste von Referenzen der letzten 3 Jahre zur hydronumerischen Modellierung (Projektbezeichnung, Projektjahr, Schwerpunkt der Bearbeitung, verwendete Software/Modelle, AG mit Kontaktdaten, wertmäßiger Umfang) beizufügen.

9. Nebenangebote

Nebenangebote und optionale Leistungen sind zugelassen. Sie müssen auf einer separaten Anlage mit der Kennzeichnung „Nebenangebot“ bzw. „Optionale Leistungen“ angeboten werden.

10. Zuschlagskriterien (in Abstimmung mit Abt. 1)

Der Zuschlag kann nur auf ein vollständiges Angebot gemäß den Punkten 8 erteilt werden.

Der Zuschlag wird gemäß §43 UVgO auf das unter Berücksichtigung folgender Kriterien wirtschaftlichste Angebot erteilt:

- 30 % auf Eignung (Fachliche Qualifikation, Referenzen im Fachgebiet, technische Ausstattung)
- 10 % auf methodisch-inhaltliche Vorgehensweise
- 10 % auf Arbeits- und Zeitplan
- 50 % auf den Angebotspreis.

Es gelten nacheinander als Vertragsbestandteile:

- der Werkvertrag mit der Leistungsbeschreibung sowie sämtliche Anlagen dazu
- die Verdingungsunterlagen und Anforderungen des Auftraggebers
- die Allgemeinen Bedingungen für die Ausführung von Leistungen, d. h. Teil B der Verdingungsordnung für Leistungen (VOL/B) (ausgenommen Bauleistungen) in der zum Zeitpunkt der Angebotsabfrage gültigen Fassung.

11. Ansprechpartner beim Auftraggeber

Ansprechpartner beim Auftraggeber (AG) ist:

- Herr/Frau XXX
Tel. xxx
E-Mail xxx.xxx@xxx.de

Zur Klärung von Fragen bei der Angebotsaufstellung nehmen Sie bitte Kontakt mit dem entsprechenden Verantwortlichen (s. o.) auf.

Anlage 1:

Rauigkeiten

Rauigkeiten der Gerinne

Rauigkeits- klasse	Beschreibung	Rauigkeits- wert K_{St} [$m^{1/3}/s$]
1	Gräser, vereinzelt Bäume	14
2	hauptsächlich Gräser	17
3	Gräser mit Schilfgürtel bzw. nur Schilf	12
4	Gräser / Schilf und Bäume/Sträucher	10
5	Bauwerke (Bauwerk Beton, Sohle normale Gerinnestruktur)	65
6	vorwiegend Bäume / Sträucher mit Gras / Schilf	7
7	hauptsächlich Bäume / Sträucher mit vereinzelt Schilf	8
9	Ufer ein Seite Bäume / Sträucher, Ufer andere Seite Gräser	11

Rauigkeiten der Vorländer

	Landnutzungsart	Rauigkeitswert K_{St} [$m^{1/3}/s$]
	Fließ-, Standgewässer	25
	Moore	17
	Gras und Staudenfluren	20
	Zwergstrauchheiden und Nadelgebüsche	11
	Laubgebüsche, Feldgehölze, Alleen und Baumreihen	12
	Wälder und Forsten	10
	Äcker	15
	Anthropogen geprägte Biotop, Sonderbiotop	18
	Siedlung, Verkehrs- und Industrieanlagen	40

Anlage 2: Allgemeine Anforderungen an Vermessungen für hydraulische Fragestellungen

Allgemeine Anforderungen:

- Anbindung an amtliche Höhen- und Lagesysteme
- Einmessen aller Punkte in X,Y,Z-Koordinaten
- Lagegenauigkeit: 5 cm
- Höhengenaugigkeit: 2cm
- Ausgabe als Datentabelle mit Koordinaten und Attributen (txt,shp,dbf,xls) im GAF Format
- Attributierung aller Punkte nach Punktart/gemessenem Objekt (Oberkante, Unterkante, Standpunkt, WSP etc., Profilvernummer, Gewässerseite, Rohrsohle etc.)

Regelmäßige Querprofile

8-12 Punkte je nach Profilausprägung:

- Geländepunkte 10 bis 20 m vom Gewässer entfernt (bei flacher Niederung und einsehbarem Gelände), links und rechts
- Geländepunkt 5 bis 10 m von Böschungsoberkante, links und rechts

- Böschungsoberkante, links und rechts
- Böschungunterkante, links und rechts
- Mineralische Sohle Mitte, bei besonderen Sohlstrukturen wie Rinnen oder Sandbänken mehrere Sohlpunkte im Profil
- Feinsubstrat/Schlammoberfläche (wo vorhanden)
- Wasserspiegel Mitte (WSP)
- Markante Geländekanten in Gewässernähe

Einmündende Gräben

- Böschungsoberkante, Sohle, WSP direkt an der Mündung sowie an weiteren Grabenprofilen
- Bei Einlauf über einen Durchlass: BOK, Sohle WSP direkt oberhalb des Durchlasses, Durchlass wie oben

Rohreinläufe (Dränleitungen etc.)

- Rohrsohle, WSP, Oberkante Rohr, Material, Durchmesser

Zusätzlich Aufnahme weiterer relevanter Informationen/Punkte:

- Schächte (OK Deckel, wenn möglich Schachtsohle)
- Ver- und Entsorgungsleitungen im Niederungsbereich
- Sandbänke im Gewässer
- Bewuchsinformationen entlang des Gewässers soweit nicht aus Topographischen Karten ersichtlich als Parameter für hydraulische Berechnungen

Anlage 3: Leistungspositionen (tabellarisch)

Diese Tabelle fasst nur Überblicksartig die zu erbringenden Leistungen je Position zusammen. Es gilt die ausführliche Beschreibung

Leistung	Beschreibung	Durch AG gefordert	Preis
Leistung A	Übernahme und Prüfung der Vermessungsunterlagen		
	Prüfung der übergebenen Unterlagen auf Vollständigkeit und Richtigkeit		
	Optional: Pauschalpreis für 20 h Vermessungsarbeiten zur Ergänzung der Unterlagen		
	...		
Leistung A Optional	Vermessung des Gewässerschlauches		

	Terrestrische Vermessung Gewässerschlauch		
	Terrestrische Vermessung Vorland		
	Vermessung Peilung Gewässerschlauch		
	Vermessung Laserscanning Vorland		
	Vermessung Laserscanning Gerinne		
	Vermessung Photogrammetrie Vorland		
	...		
Leistung B	<i>Übernahme und Aufbereitung von Geoinformationen</i>		
	Aufbereitung des DGMs für Hydraulische Betrachtungen		
	Aufbereitung der Landnutzung zur Bestimmung der Rauigkeiten		
	Präsentation des Aufbereiteten Gerinnemodells		
	...		
Leistung C	Vor-Ort-Begehung und Aufnahmen		
	Vor-Ort-Begehung des Modellgebietes		
	Prüfung der Beschreibung der Bauwerke auf Vollständigkeit und Füllen von Datenlücken		
	Prüfung des Gerinnes auf zusätzliche Abflussmindernde Strukturen		
	...		
Leistung D	Aufbau des hydronumerischen Modells aus den Daten aus Leistung A bis D		
	Aufbau eines 1D Modell		
	Aufbau eines 2D Modells		
	Aufbau eines 1D/2D gekoppelten Modells		
	Modifikation des DGM für die Berechnung des HQExtrem		
	Modifikation des DGM für die Berechnung der Wasserstände in den Hochwassergeschützten Gebieten		
	...		
Leistung E	Kalibrierung Verifizierung des Modells		
	Kalibrierung, des unter Leistung D erstellten Modells		
	Erweiterung des untersuchten Gebietes auf Grundlage des in Berechneten HQExtrem		
	...		

Leistung F	Modellberechnungen		
	Stationäre Berechnung HQ10 und HQ20		
	Stationäre Berechnung HQ100		
	Stationäre Berechnung HQ200		
	Bestimmung der Wasserstände für alle Szenarien		
	Bestimmung der Anschlaglinien für alle Szenarien		
	Bestimmung der Einstautiefen für alle Szenarien		
	Bestimmung der Anschlaglinien und Einstautiefen für hochwassergeschützte Gebiete		
	...		
Leistung G	Plausibilitätsprüfung		
	Plausibilisierung der Modellierungsergebnisse		
	Bereinigung von 50 Gridzellen des DGMS		
	...		
Leistung H	Datenstandards zur Archivierung und Übergabe hydraulischer Datengrundlagen		
	Abstimmung zu den über die Anlage hinausgehenden Datenstandards		
	...		
Leistung I	Dokumentation		
	Erstellung des Abschlussberichtes		
	...		
Leistung J	Übergabe der Ergebnisse		
	Übergabe des vollständigen hydraulischen Modells		
	Erstellung der Lagepläne		
	Erstellung des GIS Projektes zu den Lageplänen		
	Erstellung der Einstautiefenraster		
	Erstellung der Anschlaglinien		
	Erstellung der Wasserspiegellagen		
	...		
Leistung K	Öffentlichkeitsbeteiligung		
	Öffentliche Vorstellung der Projektergebnisse		
	...		

Leistung L	Beratungen		
	Wöchentliches Jour-Fixe		
	...		

Anlage 4: Übersicht der Datenquellen:

Datensatz	Quelle
DGM	https://www.laiv-mv.de/Geoinformation/Geobasisdaten/Gelaendemodelle/
DOM	https://www.laiv-mv.de/Geoinformation/Blickpunkte/nDOM
ALKIS	https://www.laiv-mv.de/Geoinformation/Liegenschaftskataster/alkis%E2%80%93daten/
Orthophotos	https://www.geodaten-mv.de/dienste/adv_dop
DOM	https://www.laiv-mv.de/Geoinformation/Geobasisdaten/Oberflaechenmodelle/
Gebäude Modelle	https://www.laiv-mv.de/Geoinformation/Geobasisdaten/gebäude%E2%80%93modelle/
Topographische Karten	https://www.geoportal-mv.de/portal/Geowebdienste/Fachthemen/Topographische_Karten
Datenportal des LAIV MV	https://laiv.geodaten-mv.de/afgvk/
Hydrologische Daten	Hydrologie Dezernate des jeweiligen StALU anfragen
Peilungsdaten für WSV-Gewässer	Beim zuständigen WSV anfragen
Niederschlagsdaten des DWD	https://cdc.dwd.de/portal/ https://opendata.dwd.de/climate_environment/
CORINE	https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover
Kartenportal Umwelt	https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php

Anlage 5: Quellen:

DVWK e.V. (Hrsg.): DVWK M 216 1990, Betrachtung zur (n-1)-Bedingung an Wehren, 1990 Bonn
 DVWK M 216 1990

LAWA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten, 2018 Mainz (letzter Aufruf 14.06.2024) (Link: https://www.lawa.de/documents/lawa-empfehlungen_aufstellung_hw-gefahrenkarten_und_hw-risikokarten_2_1552298996.pdf)