

Titel der Drucksache:

Festlegung aus der öffentlichen Sitzung OSO
vom 09.12.2014 - TOP 6.2. ...
Überschwemmungen durch Starkregen in
Büßleben und Linderbach - hier:
Ausschreibungskriterien
Hochwasserschutzkonzept (Drucksachen
1797/14, 1835/14, 2409/14)

Drucksache

2557/14

öffentlich

Beratungsfolge	Datum	Behandlung
Ausschuss für öffentliche Ordnung, Sicherheit und Ortsteile	13.01.2015	öffentlich

Festlegung durch Gremien

Festlegungen

Dem Ausschuss sind die Ausschreibungskriterien für das zu beauftragende Planungsbüro zur Erstellung des Hochwasserschutzkonzeptes vorzulegen.

T.: 13.01.2015

V.: Beigeordneter für Stadtentwicklung, Bau und Verkehr

Stellungnahme / Antwort

Siehe Stellungnahme des Garten- und Friedhofsamtes (Amt 67) in der Anlage.

Anlagenverzeichnis

Stellungnahme Amt 67

[HINWEIS: Die Verteilung der Anlagen zur Stellungnahme erfolgt mit je einem Exemplar pro Fraktion/Beauftr. für Ortsteile und Ehrenamt, liegt im Bereich OB zur Einsichtnahme aus und ist im Gremieninformationssystem eingestellt.]

16.12.2014, gez. Sauer (Schriftführer/in)

Datum, Unterschrift

Stellungnahme der Stadtverwaltung Erfurt zur Drucksache 2557/14

Titel

Überschwemmungen durch Starkregen in Büßleben und Linderbach - hier:
Ausschreibungskriterien Hochwasserschutzkonzept (Drucksachen 1797/14, 1835/14, 2409/14)

Öffentlichkeitsstatus

öffentlich

Stellungnahme

Dem Ausschuss sind die Ausschreibungskriterien für das zu beauftragende Planungsbüro zur Erstellung des Hochwasserschutzkonzeptes vorzulegen.

Um allen zur Angebotsabgabe aufgeforderten Ingenieurbüros eine einheitliche Kalkulationsgrundlage für die Angebotserstellung zu bieten, wurde eine konkrete und umfassende Aufgabenstellung erarbeitet, die sich an der Mustergliederung der Thüringer Aufbaubank zur Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes orientiert. Diese Aufgabenstellung zur Erarbeitung eines Hochwasserschutzkonzeptes für die Gewässer 2. Ordnung im Einzugsgebiet des Linderbaches ist anliegend beigefügt.

Im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes soll die wasserwirtschaftliche Situation im Einzugsgebiet des Linderbaches betrachtet werden, damit werden alle, für den Hochwasserschutz der anliegenden Ortschaften maßgebenden Faktoren berücksichtigt und im Ergebnis Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes aufgezeigt.

Als Grundlage zur Angebotsabgabe wurde als Bearbeitungsgebiet das Einzugsgebiet des Linderbaches, Peterbaches und Pflingtbaches mit ihren Zuflüssen im Bereich der Ortsteile Töttleben, Kerspleben, Azmannsdorf, Linderbach, Büßleben, Rohda, Urbich und Niedernissa festgelegt. Folgende Unterlagen sind im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes zu erarbeiten bzw. darzustellen:

Aufarbeitung historischer Hochwasser, Auswertung der Flächennutzung, Darstellung von Schutzgebieten, Untersuchung der Hydrologie in Teileinzugsgebieten, Vermessung, Erarbeitung eines 2-dimensionalen hydrometrischen Modells des Linderbaches in Teilabschnitten, Ermittlung des bestehenden Schutzgrades, Erarbeitung von Vorschlägen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, Ermittlung des Schadenspotentials, Kostenschätzung der Hochwasserschutzmaßnahmen sowie eine Nutzen-Kosten-Analyse.

Anlagen[a1]

1. Aufgabenstellung zur Erarbeitung eines Hochwasserschutzkonzeptes für die Gewässer II. Ordnung im Einzugsgebiet des Linderbaches
2. Übersichtsplan Einzugsgebiet Linderbach
3. Anforderungen an ein Hydrologisches Gutachten der TLUG Jena
4. Mustergliederung zur Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes der Thüringer Aufbaubank

gez. Schwarz

Unterschrift Amtsleiter

08.01.2015

Datum

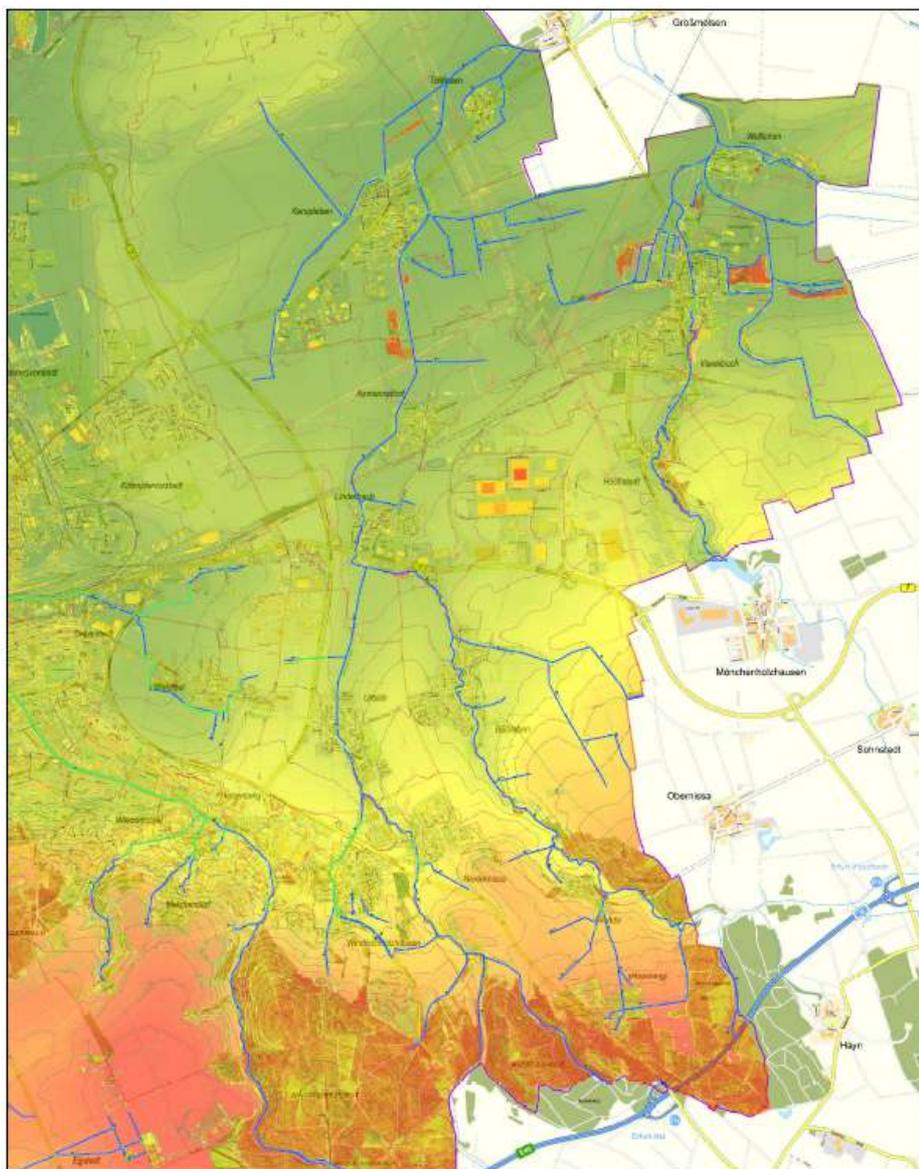
Aufgabenstellung

zur Erarbeitung eines
Hochwasserschutzkonzeptes
für die Gewässer II. Ordnung
im Einzugsgebiet des Linderbaches

Stand: 26.11.2014



LANDESHAUPTSTADT
THÜRINGEN
Stadtverwaltung



Garten- und Friedhofsamt
Abteilung Gewässerunterhaltung

Landeshauptstadt Erfurt
Stadtverwaltung

Ihr vollständiges Angebot senden Sie bitte an:

Garten- und Friedhofsamt
Abteilung Gewässerunterhaltung
Hr. Nico Grudzielski, M.Eng.
Telefon: 0361 / 655 18 16
Fax: 0361 / 655 73 02
E-Mail: nico.grudzielski@erfurt.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Veranlassung, Zielsetzung 4
2	Bearbeitungsgrundlagen 4
2.1	Abgrenzung Bearbeitungsgebiet 4
2.2	vorhandene Datengrundlagen 5
3	Leistungsbeschreibung zur Bearbeitung des HWSK Linderbach 6
3.1	Aufarbeitung der bereitgestellten Daten 6
3.1.1	Aufarbeiten der Entwicklungshistorie 6
3.1.2	Flächennutzung 6
3.1.3	Schutzgebiete 6
3.1.4	Hydrologie 6
3.2	Hydraulische Berechnungen 7
3.2.1	Plausibilitätsprüfung 7
3.2.2	Plan-Zustände 8
3.2.3	Bestehender Schutzgrad und Defizite im Hochwasserschutz 8
3.2.4	Schutzniveau und Maßnahmeplan 8
3.2.5	Vorwarnsystem 9
3.3	Ermittlung des Schadenspotentials 9
3.4	Vorzugsvarianten 9
3.4.1	Maßnahmen/Variantenbetrachtung 9
3.4.2	Kostenschätzung 9
3.4.3	Nutzen-Kosten-Analyse 9
3.5	Maßnahmen des HWSK 10
4	Durchführung der Bearbeitung 10
4.1	Bearbeitungszeitraum 10
4.2	Projektbesprechungen 10
4.3	Präsentationen 11
4.4	Ortsbegehungen 11
4.5	Recherche 11
4.6	Datenformate und Datenstruktur 12
5	Honorarermittlung 12
6	Wertung der Angebote 12

1 Veranlassung, Zielsetzung

In der Vergangenheit kam es durch lokale Starkniederschläge wiederholt zu Ausuferungen im Einzugsgebiet des Linderbaches mit erheblicher Betroffenheit in den anliegenden Ortsteilen. Insbesondere im Mai/Juni des Jahres 2013 sowie im September 2014 entstanden unter anderem große Schäden an privaten Immobilien, wie auch an öffentlicher Infrastruktur.



Abbildung 1 - der Linderbach, OT Linderbach

Die wasserwirtschaftliche Situation im Einzugsgebiet des Linderbaches soll im Rahmen eines Gesamtkonzeptes betrachtet werden. Dieses soll alle, für den Hochwasserschutz der anliegenden Ortschaften maßgebenden Faktoren berücksichtigen und im Ergebnis Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes aufzeigen.

Das Gesamtkonzept wird mit dem Titel "Hochwasserschutzkonzept für die Gewässer II. Ordnung im Einzugsgebiet des Linderbaches" – im Folgenden in Kurzform als "HWSK Linderbach" bezeichnet.

2 Bearbeitungsgrundlagen

2.1 Abgrenzung Bearbeitungsgebiet

Das Einzugsgebiet des Linderbaches erstreckt sich vom östlichen bis südöstlichen Bereich der Landeshauptstadt Erfurt auf die Ortsteile Töttleben, Kerspleben, Azmannsdorf, Linderbach, Büßleben, Rohda, Urbich und Niedernissa und umfasst die Gewässer Linderbach, Peterbach und Pfingstbach sowie deren Zuflüsse – *siehe Anhang 1 – Übersichtslageplan Einzugsgebiet Linderbach.*

Die Gesamtlänge der zu betrachtenden Gewässer II. Ordnung beträgt ca. 18.600 m. Davon finden sich ca. 6.820 m innerhalb der Bebauung und 11.780 m außerhalb bebauter Gebiete. Zusätzlich sind ca. 40 km Fließlänge der Zuflüsse in die Betrachtungen einzubeziehen.

2.2 vorhandene Datengrundlagen

Im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes können vom Auftraggeber kostenneutral zur Verfügung gestellt werden:

- 1.) Original-"Rohdaten" der Befliegung (Airborne-Laser-Scanning) aus dem Jahr 2011
 - Dichte d. Punktwolke im Durchschnitt ca. 4 Punkte/m²
- 2.) DGM2 – erstellt auf Grundlage der Befliegungsdaten aus 2011
- 3.) Layer aus dem GIS der Stadt Erfurt
 - a. Stadtgrundkarte
 - b. - Umriss aller Gebäude (aktueller Stand) auf Grundlage der Stadtgrundkarte (Shape-Format)
 - c. Topographische Karten
 - d. Orthophotos – Stand April/2011
 - e. Gewässerlinien und Bezeichnungen (gem. Gewässerkataster d. unteren Wasserbehörde Erfurt)
 - f. vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete nach Thüringer Wassergesetz (ausschließlich für den Bereich entlang des Linderbachs nördlich der Ortslage Linderbach) aus 2D-Modellierung des Freistaates Thüringen
- 4.) Unterlagen des Tiefbau- und Verkehrsamtes zu den Brückenbauwerken - zur Einsicht im Tiefbau- und Verkehrsamt, Stadt Erfurt)
- 5.) Lichtbilder/Videoaufnahmen – teils vom AG geliefert, teils von Anwohnern/OT-Feuerwehren/usw. abzufordern
- 6.) hydrologische Gutachten / Untersuchungen für Teilbereiche des Einzugsgebietes
 - a. Hochwasserstudie Linderbach – Okt. 1999
 - b. Überschwemmungsflächen für verschiedene Ortsteile (Niedernissa, Urbich, Kerspleben, Töttleben, Linderbach, Büßleben, Azmannsdorf) auf Grundlage des GA v. 1999
 - c. 2D-Modellierung Pfungstbach Niedernissa – Ortslage – 2014
- 7.) Gefahren- und Risikokarten der TLUG - ab der Weimarerischen Straße in nördliche Richtung (im Internet auf der Seite der Landesbehörde einsehbar)
- 8.) Entwässerungskonzept zum Gewerbegebiet URB 638 – zur Einsicht in der Unteren Wasserbehörde
- 9.) relevante wasserrechtliche Einleitgenehmigungen – zur Einsicht in der Unteren Wasserbehörde

3 Leistungsbeschreibung zur Bearbeitung des HWSK Linderbach

3.1 Aufarbeitung der bereitgestellten Daten

3.1.1 Aufarbeiten der Entwicklungshistorie

Im Zuge von, dem HWSK vorausgehenden, Recherchearbeiten hat eine Analyse historischer (z. B. 1994) und aktueller Extremhochwasserereignisse (2013, 2014) zu erfolgen.

Die hieraus abgeleiteten Erkenntnisse sind in den Erörterungsprozess bzgl. der erforderlichen Schutzziele einzubeziehen.

3.1.2 Flächennutzung

Die Flächennutzung ist kartographisch darzustellen und hinsichtlich ihrer Flächenanteile auszuwerten. Es ist weiterhin zu erläutern, inwieweit besiedelte bzw. gewerblich/industriell genutzte Bereiche im Überschwemmungsgebiet liegen. Die Hochwassergefahrenkarten der TLUG sind einzubeziehen und mit eigenen Erkenntnissen auf Plausibilität abzugleichen.

Hochwasserrelevante Besonderheiten im Einzugsgebiet hinsichtlich Bewuchs, Boden, Gelände und Gewässernetz (z.B. häufig durch Starkregen betroffene Flächen, Flächen mit hohem Versiegelungsgrad und Regenrückhaltebecken, Einfluss von Eiszuständen, etc.) sind zu benennen.

3.1.3 Schutzgebiete

Die von potentiellen Hochwasserschutzmaßnahmen des HWSK tangierten Schutzgebiete sind kartografisch darzustellen. Zu den einzelnen Schutzgebieten sind die Schutzgüter tabellarisch aufzunehmen (Anhang). Die Schutzgüter und ggf. daraus resultierende Einschränkungen sind verbal zu erläutern.

Ggf. geplante und bestehende Maßnahmen der EU-WRRL (Gewässerstruktur) sind zu berücksichtigen.

3.1.4 Hydrologie

Für Teileinzugsgebiete liegen bereits hydrologische Untersuchungen vor. Diese sind auf ihre Gültigkeit aus heutiger Sicht hin zu überprüfen und gegebenenfalls in die Betrachtungen des HWSK einzubeziehen.

Für die Angebotskalkulation ist die Neuberechnung der Hydrologie für das gesamte Einzugsgebiet anzusetzen. Auf Grundlage einer Recherche der Niederschlagsereignisse der vergangenen zwei Jahre sind durch den AN spezielle (über die bisher üblichen KOSTRA-Ansätze hinausreichende) Parameter, speziell zur Erfassung der Starkniederschläge zu erarbeiten und zu be-

rücksichtigen. Die Nutzungsänderungen im Einzugsgebiet (neu umgesetzte und geplante Baugebiete) sind in Gänze zu erfassen und in den Modellen zu berücksichtigen.

Hydrologie:

Die Ermittlung der Hydrologie hat entsprechend den „Anforderungen an Hydrologische Gutachten, Herausgeber TLUG Jena – aktuelle Fassung“ zu erfolgen – siehe Anhang 2

(http://www.thueringen.de/imperia/md/content/tlug/wasserwirtschaft/hydrologiehochwasser/140219_anforderungen_hyga.pdf)

3.2 Hydraulische Berechnungen

Für das Maßnahmengbiet ist auf Grundlage von vorhandenen Befliegungsdaten (Airborne-Laser-Scanning - ca. 4 Punkte/m²) bzw. dem vorhandenen DGM2 und einer durch das Ingenieurbüro zu erstellenden Ergänzungsvermessung (Bruchkanten, usw.) ein in Abschnitte gegliedertes 2dimensionales hydronumerisches Modell des Linderbaches zu erzeugen um somit Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten / -richtungen usw. bei verschiedenen Hochwasserereignissen bestimmen zu können. Das zu erstellende Modell soll aus Dreiecks- und Viereckselementen (Flussschlauch) bestehen und alle erforderlichen Bauwerke (Durchlässe/Brücken/Wehrschwellen/Furten etc.) beinhalten.

Für kleinteilige Bereiche (innerhalb der Ortslagen) ist die engmaschige Erstellung des DGM aus Befliegungs-"Rohdaten" + Bruchkanten einschl. evtl. erforderlich werdender partieller Ausdünnung des Netzes einzukalkulieren.

Sollte sich aus Sicht des Auftragnehmers die Betrachtung bestimmter Gewässerabschnitte anhand eines 2D-Modells als nicht oder nur wenig zweckmäßig darstellen, ist diese Leistung dennoch anzubieten. Zusätzlich ist dann auch die 1-D Modellierung als Option (Eventualposition, außerhalb Angebotspreis) anzubieten.

Es sind DGM vom IST-Zustand (1 DGM) sowie jeweils von den zukünftig möglichen Planungszuständen nach Absprache mit dem Auftraggeber zu erstellen. Für die Kalkulation sind 5 DGM vorzusehen.

3.2.1 Plausibilitätsprüfung

Zu den Hochwasserereignissen der Jahre 2013 und 2014, welche unter anderem insbesondere die Ortschaften Rohda, Büßleben, Linderbach, Urbich und Niedernissa getroffen haben, liegen für viele Stellen Fotos/Videoaufnahmen vor, welche die Wasserstände/Hochwassermarken zeigen. Anhand dieser Informationen soll eine Plausibilitätskontrolle bzw. die Eichung der Modelle durchgeführt werden.

3.2.2 Plan-Zustände

Die Planzustände sind in Lageplänen (Überschwemmungsflächen, Wassertiefenkarten) darzustellen und mit den IST-Zuständen zu vergleichen. Die durch die vorgeschlagenen Maßnahmen geschützten Flächen sind zu kennzeichnen. Bei der Maßnahmenauswahl sind auch die Vorgaben der WRRL zu den Bewirtschaftungszielen der Gewässer zwingend zu berücksichtigen. Die erreichbaren Schutzziele sind zu benennen.

Insbesondere sind folgende Punkte im HWSK zu berücksichtigen und zu werten:

- welche technischen Anlagen sind notwendig (z.B. HRB, Deiche, Retentionsräume, u. a.)
- die Trassenführung der HW-Schutzanlage/Einordnung HRB
- welche geometrischen Abmessungen haben die HW-Schutzanlagen
- Fragen der Binnenentwässerung

Es ist je Einzelmaßnahme zu beziffern:

- das Volumen geschaffenen Retentionsraumes
- die Länge neu geschaffener Deiche / HW-Schutzmauern
- die Anzahl der vor Hochwasser geschützten Einwohner
- die Anzahl der vor Hochwasser geschützten Industrieflächen/landwirtschaftlichen Betriebe
- die durch Hochwasserrückhalt reduzierte landwirtschaftliche Fläche

3.2.3 Bestehender Schutzgrad und Defizite im Hochwasserschutz

Der bestehende Schutzgrad für die Gewässer II. Ordnung innerorts (ca. 6.820m) ist zu ermitteln.

3.2.4 Schutzniveau und Maßnahmeplan

Es sind Vorschläge zu erarbeiten, welches Schutzniveau lokal in Bezug zur Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts (Aussagen für HQ20/50/100/200) jeweils unter welchem monetären Aufwand erreichbar ist. Die Relation zum jeweiligen Schadenspotential ist herzustellen.

Nach Abstimmung mit dem Auftraggeber ist ein Maßnahmeplan zu erarbeiten.

In diesem sind nach Möglichkeit vorrangig Schutzmaßnahmen durch Hochwasserrückhalt in der Fläche ohne bauliche Anlagen anzustreben um Investitions- und Unterhaltungskosten zu senken. Des Weiteren sind neben ggf. erforderlichen baulichen Maßnahmen auch Möglichkeiten der Eigenvorsorge potentiell Betroffener in die Überlegungen einzubeziehen.

3.2.5 Vorwarnsystem

Es ist zu prüfen, ob die Installation eines Frühwarnsystems zur Reduzierung der Schäden im Hochwasserfall sinnvoll beitragen kann. Konzeptionelle Lösungsansätze sind darzustellen. Hierzu sind eine lagemäßige Einordnung möglicher Messpegel sowie eine Kostenschätzung (einschließlich perspektivischer Unterhaltungskosten) zu erstellen.

Im Abwägungsprozess bzgl. eines Vorab-Alarmsystems sind auch Bestandsanlagen, wie bspw. das Sirenen-System in den Ortschaften mit einzubeziehen.

3.3 Ermittlung des Schadenspotentials

Für die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen ist eine Schadenspotentianalyse für die einzelnen Teilbereiche durchzuführen.

3.4 Vorzugsvarianten

3.4.1 Maßnahmen/Variantenbetrachtung

Auf Grundlage einer Defizitbetrachtung sind **alle grundsätzlich möglichen Maßnahmen** zur Herstellung der im Prozess mit dem Auftraggeber festgelegten Schutzziele **aufzuzeigen**.

3.4.2 Kostenschätzung

Die Kostenschätzung ist nachvollziehbar darzustellen (Positionen mit Einheitspreisen und Massen sowie nachvollziehbare Erläuterungen zu den Positionen).

Projektbegleitende Nebenkosten sind zu beschreiben und soweit möglich in ihrer Größenordnung abzuschätzen. Kosten für Grunderwerb sind abzuschätzen auf Grundlage der Daten des Bodenrichtwertinformationssystem Thüringen (BORIS-TH). Ebenfalls sind die Aufwendungen für die zukünftige Unterhaltung der HW-Schutzanlage zu ermitteln.

3.4.3 Nutzen-Kosten-Analyse

In der Nutzen-Kosten-Analyse sind die entstehenden Kosten zur Herstellung eines Hochwasserschutzes den vermiedenen Schäden durch Einsatz der Hochwasserschutzmaßnahme gegenüberzustellen.

Neben den Herstellungskosten sind die Unterhalts- und Betriebskosten unter Beachtung der langfristigen Zinssätze über den Zeitraum der wirtschaftlichen Lebensdauer in Form von jährlichen Kosten darzustellen. Die Kostenermittlung kann in Anlehnung der *Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (8. überarbeitete Auflage, Juli 2012)* erfolgen.

Der Nutzen der Hochwasserschutzmaßnahmen ist in Form von jährlich vermeidbaren Schadenssummen auszudrücken. In der Gegenüberstellung von jährlichen Kosten und jährlich vermeidbarem Schaden ist der Quotient als Wirtschaftlichkeitsfaktor anzunehmen. In der Nutzenbetrachtung unberücksichtigte Faktoren sind nachvollziehbar aufzulisten und zu erläutern.

3.5 Maßnahmen des HWSK

Die Maßnahmen der Vorzugsvarianten sind kartographisch darzustellen. Entwürfe von Regelprofilen sind zu erarbeiten (diese dienen auch der Darstellung der Ergebnisse in der „Öffentlichkeit“). Im Bericht sind die Einzelmaßnahmen des Hochwasserschutzkonzepts sowie deren Wirkungsweise zu erläutern.

Für alle wesentlichen Maßnahmen sind entscheidende Kenndaten wie:

- Retentionsraum,
- Überschwemmungsfläche und -tiefe,
- geschützte Industrie-/Gewerbe- u. Siedlungsfläche,
- geschützte Einwohner, etc.

anzugeben.

Im Ergebnis zum Bericht entsteht eine Maßnahmenkarte u.a. mit folgendem Inhalt:

- Gewässerachsen mit Stationierung
- Geplante Maßnahmen (Punkt-, Linien-, Flächendarstellung) mit eindeutiger Kennzeichnung der Maßnahmennummer, und Hauptkenndaten der Maßnahme
- HQ₁₀₀-Wassertiefendarstellung im IST- und Planzustand (z.B. für 5 voneinander unabhängige Planzustände) jeweils mit den zugehörigen Überschwemmungslinien
- analog für HQ₂₀₀

4 Durchführung der Bearbeitung

4.1 Bearbeitungszeitraum

Als Bearbeitungszeitraum sind 3 Monate veranschlagt. Endtermin für die Bearbeitung ist der 31. März 2015. Ein Zwischenbericht ist in Abstimmung mit dem AG nach dem Erreichen eines entsprechenden Arbeitsstandes bis spätestens 08. Kalenderwoche 2015 vorzulegen.

4.2 Projektbesprechungen

In der Bearbeitungsdauer sind Projektbesprechungen mit dem Auftraggeber einzukalkulieren. Diese finden in Erfurt nach Wahl des AG entweder in den Räumlichkeiten des Garten- und Friedhofsamtes oder der unteren Wasserbehörde statt.

In der Angebotserstellung sind 8 Besprechungen kalkulatorisch zu berücksichtigen. Weitere Termine sind optional anzubieten. Die Vorbereitung und Durchführung der Dokumentation der Projektbesprechungen durch den AN ist zu berücksichtigen.

4.3 Präsentationen

Während der Bearbeitung sowie nach Fertigstellung des HWSK ist es erforderlich, den aktuellen Arbeitsstand/die Vorzugsvarianten nach außen bei

- den betroffenen Ortsteilen (Ortsteilräte/Einwohnerversammlungen),
- politischen Trägern/Gremien der Stadt Erfurt,
- den zuständigen Behörden,
- Verbänden und weiteren TÖB

in Form von Vorträgen zu präsentieren.

Diese Präsentationen finden in verschiedenen Lokalitäten der Stadt Erfurt (Bürgerhäuser, Behörden, etc.) oft auch in den Abendstunden zwischen 18:00 bis 22:00 Uhr statt.

Die dazu notwendigen Pläne/Power-Point-Präsentationen sind im Rahmen der HWSK-Bearbeitung durch den AN zu erstellen.

Die technischen Ergebnisse aus dem HWSK/aus der Bearbeitung sind in allgemein verständlicher Form zu visualisieren. Die Präsentation soll wesentliche Inhalte und Ergebnisse des Hochwasserschutzkonzeptes in einer plakativen Form darstellen.

Es sind jeweils 3 Präsentationen zur Übergabe des Zwischenberichts und jeweils 4 Präsentationen zum Abschluss des Projektes vorzusehen und als Grundleistung einzukalkulieren.

Weitere Präsentationstermine sind optional anzubieten.

4.4 Ortsbegehungen

Im Rahmen der Bearbeitung des Hochwasserschutzkonzeptes sind Ortsbegehungen in erforderlichem Umfang durchzuführen. Der Streckenverlauf der Gewässer 2. Ordnung ist mindestens 1x durch die verantwortlichen Bearbeiter per pedes nachzuvollziehen (ca. 18,6 Kilometer). Zusammen mit dem AG ist nach Ausarbeitung erster Varianten eine zweite Begehung (partiell – evtl. auch im Bereich der Zuflüsse) durchzuführen. Hierbei sollen lokal die Möglichkeiten zum Hochwasserrückhalt außerorts und Defizite in der Hochwasserabführung innerorts abgestimmt werden. Die Ortsbegehungen sind in die Positionen einzukalkulieren.

4.5 Recherche

Die Bearbeitung des HWSK Linderbach setzt Recherchen voraus, die in die einzelnen Positionen einzukalkulieren sind. So ist bspw. Archivarbeit in den einzelnen Ortsteilen erforderlich.

Unter anderem sind die Fachämter, Bürger, OT-Räte einzubeziehen, insbesondere zur Erlangung aktueller Informationen bzgl. der Hochwasserereignisse 2013/2014.

4.6 Datenformate und Datenstruktur

Alle digitalen Daten sowie Zeichnungen/Lagepläne im *.pdf-Format sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber auf einem geeigneten Datenträger (z.B. externe Festplatte, 2,5" - 2TB) zu übergeben. Die Ergebnisse aller Berechnungen (Überflutungsflächen, Wassertiefen, Fließrichtungen, betroffene Nutzungen etc.) sind zusätzlich als Shapefiles zu übergeben.

Das HWSK Linderbach ist zudem 7fach in Papierform und 2fach digital zu übergeben.

Die Bearbeitung und Berichterstellung soll in Anlehnung an die *Mustergliederung zur Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes der Thüringer Aufbaubank (siehe Anhang 3)* erfolgen.

5 Honorarermittlung

Die Kalkulation für die angebotenen Leistungen erfolgt auf Vorausschätzung des erforderlichen Zeitbedarfs für die Bearbeitung (Aufschlüsselung mindestens auf die Gliederungspunkte der Aufgabenstellung) und anschließender Pauschalierung.

Besondere oder zusätzlich erforderlich werdende Leistungen, die durch den Bieter im Rahmen der Angebotserstellung erkannt werden, sind als besondere/zusätzliche Leistungen optional anzubieten.

Wir bitten Sie Ihr Angebot bis zum 04.12.2014 wahlweise per Post/Email/Fax einzureichen.

6 Wertung der Angebote

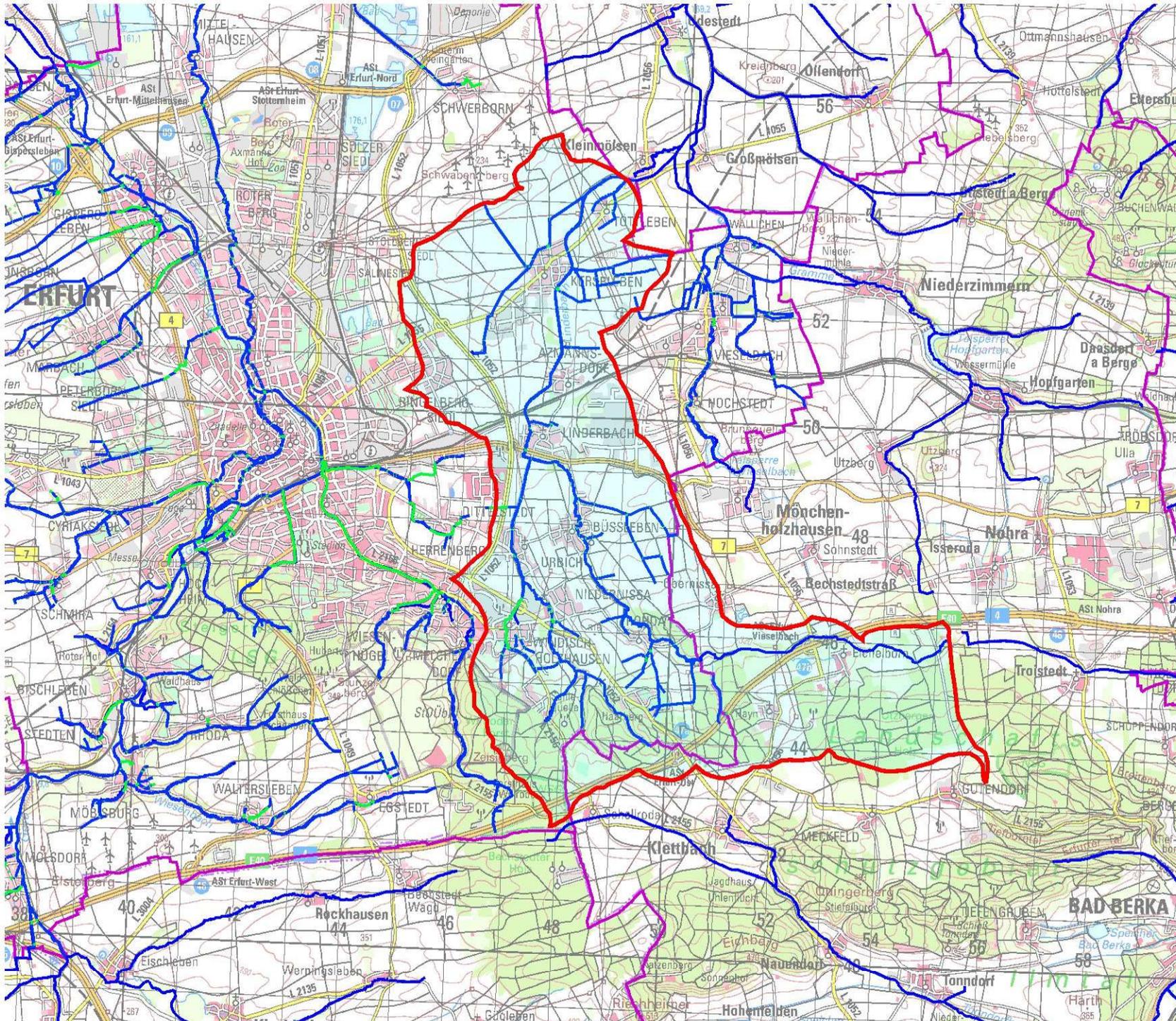
Neben dem Preis spielt vor allem die kapazitive Leistungsfähigkeit über den Bearbeitungszeitraum und die sich daraus ergebende Bearbeitungstiefe und –Qualität eine wichtige Rolle.

Durch die Bieter sind daher folgende Punkte im Angebot besonders herauszuarbeiten:

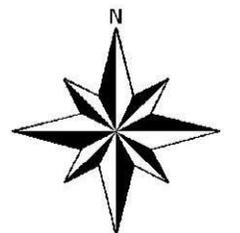
- Vorstellung des zur Bearbeitung vorgesehenen Projektteams und evtl. vorgesehener Subunternehmer (Vermessung/Hydrologie/...)
- Darstellung der besonderen Erfahrungen der Bearbeiter bei der Erarbeitung der geforderten Leistungen
- Darstellung des Qualitätsmanagements (inhaltlich, terminlich)
- Abgabe eines Ablaufplanes der geplanten Aufgaben
*(definitiver Abgabetermin des fertiggestellten HWSK Linderbach ist der **31.März 2014** - ungünstige Witterungseinflüsse (Schneetreiben bei Vermessungsarbeiten, etc.) während der Bearbeitungszeit sind einzukalkulieren – **es erfolgt keine Verschiebung des Abgabetermins!**)*

- Darstellung der Planungstiefe anhand bereits abgewickelter, vergleichbarer Projekte bzw. entsprechend detaillierter Beschreibung

Wir bitten Sie um **Angebotsabgabe bis zum Donnerstag den 04.12.2014** wahlweise per Post/Email/Fax an die auf Seite 2 angegebenen Kontaktdaten. Gerne erhalten Sie von uns eine Eingangsbestätigung.



- Einzugsgebiet Linderbach
- Gewässer Stadt
- gewa5978_verrohrte_Gewässer
- gewa5977_Luftbild
- gewa5976_Topographie
- Gewässernetz Thüringen
- Kreis
- TK-Atkis (farbig)
- TK100-Atkis (farbig)



Gewässerkundlicher Landesdienst Thüringen

Anforderungen an Hydrologische Gutachten

- Fassung: Februar 2014 -



HRB Straußfurt mit aktiver Hochwasserentlastung (Photo: TLUG, Juni 2013)

Impressum:

Gewässerkundlicher Landesdienst Thüringen:

„Anforderungen an Hydrologische Gutachten“ (Fassung: Februar 2014; 13 Seiten, 3 Anlagen)

Bearbeitung: Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)

Abteilung 5 Wasserwirtschaft

Referat 51 Gewässerkundlicher Landesdienst, Hochwassernachrichtenzentrale

Inhalt

	Seite
1 Zweck und Veranlassung	4
2 Untersuchungen zu Hochwasserscheitelabflüssen HQ(T)	4
2.1 Hochwasserstatistik auf der Grundlage von Messreihen	4
2.2 Andere Verfahren zur Bestimmung von Hochwasserscheitelwerten HQ(T)	4
3 Untersuchungen mit Niederschlag-Abfluss-Modellen	5
3.1 Grundsätze	5
3.2 Hinweise zum Einsatz von N-A-Modellen	5
3.3 Ermittlung der Bemessungsniederschläge.	6
3.3.1 Niederschläge bis zum Wiederkehrintervall $T = 100$ Jahre	6
3.3.2 Niederschläge mit einem Wiederkehrintervall $T \gg 100$ Jahre	7
3.3.3 Flächenabhängige Abminderung der statistischen Regenwerte nach KOSTRA	8
3.3.4 Maßgebende Niederschlagsdauer	8
4 Hydrologische Gutachten für die Hochwassernachweise von Talsperren (TS) und Hochwasserrückhaltebecken (HRB)	9
Quellenverweise	11

Anlagen

- Anlage 1: Hochwasserstatistik auf der Grundlage von Messreihen
- Anlage 2: Hilfsdiagramme für das einfache Extrapolationsverfahren und FLAMINKO
- Anlage 3: Zuordnung der Bodeneinheiten Thüringens in die SCS-Bodentypen-Klassifikation

1 Zweck und Veranlassung

Folgende Hinweise wurden mit dem Ziel zusammengestellt, bei der Erarbeitung von hydrologischen Gutachten und der Ermittlung von Hochwasserscheitelabflüssen mit Wahrscheinlichkeitsaussage, den sog. HQ(T)-Werten (T ... Jährlichkeit bzw. Wiederkehrintervall), eine durch die fachtechnischen Behörden anerkannte Vorgehensweise zu erreichen. Als grundsätzliche Anforderung ist in den hydrologischen Gutachten die Nachvollziehbarkeit der Berechnungen zu gewährleisten.

Das Kapitel 2 behandelt verschiedene Verfahren zur Bestimmung von Hochwasserscheitelabflüssen. In aufwändigeren Fällen und zur Berechnung von Hochwasserganglinien sowie bei der Betrachtung von Einzugsgebieten ohne auswertbare Messreihen oder Bezugswerte wird auf die Anwendung von Niederschlag-Abfluss-Modellen (N-A-Modelle) zurückzugreifen sein. Ausführungen dazu enthält das Kapitel 3.

Des Weiteren werden insbesondere im Kapitel 4 im Hinblick auf die Anwendung der geltenden Normen und Richtlinien für den Betrieb von Stauanlagen wichtige Hinweise für die Ermittlung der erforderlichen hydrologischen Bemessungswerte und Hochwassernachweise gegeben.

2 Untersuchungen zu Hochwasserscheitelabflüssen HQ(T)

2.1 Hochwasserstatistik auf der Grundlage von Messreihen

- Die hochwasserstatistische Auswertung von Messreihen umfasst die Aufbereitung und Prüfung von vorliegenden Datenkollektiven [7, 9, 12, 15] sowie die Anpassung von analytischen Verteilungsfunktionen (VF) an diese aufbereiteten Datenkollektive [7, 9]. Die dabei zu beachtenden Arbeitsschritte und Beispiele geeigneter Softwarelösungen für die Datenaufbereitung und Hochwasserstatistik sind in der Anlage 1 enthalten.
- Der Gewässerkundliche Landesdienst Thüringen hat für die zur Extremwertstatistik geeigneten Thüringer Pegel HQ(T)-Werte mittels HQ-Ex (Verfahren nach [7]) ermittelt (Auswertung für $T \leq 1.000$ a). Auf Anforderung werden diese Daten von der TLUG bereitgestellt.
- Beim Erfordernis der Einbeziehung von Pegeln benachbarter Bundesländer ist die Extremwertstatistik bei den jeweils zuständigen Fachbehörden einzuholen und den Gutachten in nachvollziehbarer Form beizufügen.

2.2 Andere Verfahren zur Bestimmung von Hochwasserscheitelwerten HQ(T)

- Insbesondere zur Bestimmung von HQ-Werten mit $T \gg 100$ a sind mehrere Verfahren parallel anzuwenden, beispielsweise:
 - Extrapolation der Hochwasserstatistik (s. Kapitel 2.1),
 - Verfahren nach KLEEBERG/SCHUMANN [13, 14],
 - Schweizerisches Sicherheitskonzept [20],
 - nachfolgend genannte Regionalverfahren für HQ(T),
 - N-A-Modelle (s. Kapitel 3).
- Nach der Gegenüberstellung und Bewertung der HQ(T) der verschiedenen Verfahren sind vom Gutachter die plausibelsten Werte für die weitere Bearbeitung vorzuschlagen und deren Plausibilität zu begründen.

- Das Thüringenweit einheitliche Regionalverfahren „HQ-Regional“ stellt für ca. 10.000 unbeobachtete Querschnitte HQ(T)-Scheitelwerte bis $T = 1.000$ a bereit. Es handelt sich um quasinatürliche Abflüsse. Künstliche Speicher- und Steuerungseffekte sind nicht enthalten. Für Flussabschnitte, bei denen Speicher- und Steuerungseffekte zu beachten sind, kann HQ-Regional nicht verwendet werden. Die HQ(T)-Werte für die zur Gutachtenbearbeitung in Frage kommenden Querschnitte und weitere Hinweise zu den Anwendungsbereichen können [23] entnommen werden bzw. sind in der TLUG abfragbar.
- Bezugs-HQ-Verfahren können für geeignete Anwendungsfälle aufgestellt werden, z. B. für ein größeres Gebiet mit einer repräsentativen Anzahl von Pegeln, für das an zahlreichen Querschnitten Bemessungskennwerte benötigt werden.
- Für die Bestimmung von HQ(T) bis $T = 100$ a kann durch Zuordnung zu einer geographischen Region ein einfaches Extrapolationsverfahren nach DYCK [12] (S. 296 – 298) eingesetzt werden. Anlage 2 zeigt das zugehörige Nomogramm und die Extrapolationsformel. Es kommt insbesondere für Bemessungsfälle in Frage, bei denen kein geeigneter Bezugspegel zur Verfügung steht.
- Für zahlreiche Flussläufe wurden durch den Gewässerkundlichen Landesdienst Thüringen HQ(T)-Längsschnitte für $T \leq 100$ a erarbeitet [23]. Hier sind Speicher- und Steuerungseffekte einberechnet. Die Längsschnitte sind auf den Internetseiten der TLUG veröffentlicht und verbindlich.

3 Untersuchungen mit Niederschlag-Abfluss-Modellen [1, 2, 4, 5, 8]

3.1 Grundsätze

- In Fällen, bei denen wegen fehlender Ausgangsdaten die unter Kapitel 2 genannten Methoden nicht angewendet werden können oder wenn Hochwasserganglinien benötigt werden, kommen aufwändigere Untersuchungen mit N-A-Modellen in Frage (z. B. für die Hochwasserbemessungsfälle HWBF 1 bis 3 für Speicherstandorte; s. Kap. 4)
- Generell ist zu beachten, dass die Extrapolation von Niederschlägen über den 100-jährlichen Niederschlag hinaus (s. Kapitel 3.3) und ihre anschließende Transformation in Abflüsse (Abflussbeiwerte) mit Hilfe von N-A-Modellen zahlreiche, nur schwer abschätzbare Unsicherheiten aufweist. Es gibt derzeit keine Möglichkeit, die Vielzahl der Randbedingungen, die den Abflussbildungsprozess steuern, bei extremen Bedingungen physikalisch basiert abzubilden [8].

3.2 Hinweise zum Einsatz von N-A-Modellen

- Auswahl geeigneter Modellansätze mit Nachweis:
 - ihrer regionalen Anwendbarkeit,
 - der Anwendbarkeit für das zu modellierende Gebiet (Gebietsgröße/-charakteristik),
 - der Anwendbarkeit für das gewünschte Modellergebnis (z. B. Ganglinienbestimmung oder Berechnung großer T).
- Der Modellierungsaufwand ist in Abhängigkeit vom Gefährdungspotential des untersuchten Vorhabens zu betreiben (Kosten-Nutzen-Überlegung).
- Geeignete Modellansätze für die Abflussbildung können sein (Auswahl):
 - Ansatz nach LUTZ [18],

- Bei Eignung: SCS-Verfahren [5, 8], vor allem für Oberflächenabfluss.
Die Anlage 2 enthält eine Zuordnung der Bodeneinheiten (bzw. Leitbodenformen) Thüringens in die Bodentypen-Klassifikation des SCS-Verfahrens.
- Geeignete Modellansätze für die Abflusskonzentration können sein (Auswahl):
 - Isochronen-Methode [8],
 - Lineare Doppelspeicherkaskade nach WACKERMANN (DVWK-Empfehlung [4, 5, 8]),
 - Standardeinheitsganglinie nach VERWORN, HARMS [8],
 - Normierte Einheitsganglinie bzw. lineare Speicherkaskade nach LUTZ [8, 18].
- Mögliche Vorgehensweise bei der Ermittlung von Bemessungsereignissen mit N-A-Modell:
 - Grundannahme: Ein Niederschlag mit einer Jährlichkeit T verursacht einen Abfluss mit der gleichen Jährlichkeit T.
 - Festlegung der T-jährlichen Niederschläge verschiedener Dauerstufen bis T= 100 a (z. B. Nutzung von KOSTRA und REWANUS, s. auch Kapitel 3.3),
 - Auswahl eines zeitlichen Niederschlagsverlaufs (z. B. mitten- oder endbetont bzw. DVWK-Empfehlung [5]; hiervon abweichende Niederschlagsverteilungen wie z. B. die Wahl eines Blockregens sind zu begründen),
 - Abflussbildung:
 - a) Ermittlung des Abflussbeiwertes in Abhängigkeit von der Jährlichkeit T (z. B. Koaxialdiagramm oder Regionalisierungsverfahren, s. o.),
 - b) Auswahl eines zeitlichen Verlaufs für die Niederschlagsverluste (z. B. Φ -Index, konstanter Prozentsatz mit/ohne Anfangsverlust, exponentieller Prozentsatz).
 - Abflusskonzentration: Berechnung des Direktabflusses mit Einheitsganglinie aus Datenanalyse oder Regionalisierungsverfahren (s. o.),
 - maßgebende Niederschlagsdauer D bestimmen (s. Kap. 3.3.4),
 - Wahl (Abschätzung) des Basisabflusses (z. B. im Bereich des MQ),
 - Ermittlung des Gesamtabflusses,
 - Festlegung der maßgebenden Abflussganglinie(n).
- Wenn möglich, Eichung des N-A-Modells an regional geeigneten Pegeln, um die Modelleingangsgroßen abzusichern.
- Wenn möglich, Prüfung der Annahme, dass ein T-jährlicher Niederschlag einen T-jährlichen Abfluss erzeugt (z. B. anhand einer Pegelstatistik).
- Regionalverfahren für Ganglinien/Typganglinien können neben der N-A-Modellierung vergleichend herangezogen werden.

Das hydrologische Modell J2000g (FSU JENA, TLUG) als raumbezogenes Informationssystem zur Wasserhaushaltsbilanzierung kann zur Bestimmung z. B. von mittleren Niederschlägen und Abflüssen (Komponenten: Direkt- und Gesamtabflussbildung, Grundwasserneubildung) verwendet werden. Ein Arbeitsstand der Modellergebnisse ist seit 2007 an der TLUG verfügbare und abfragbar.

3.3 Ermittlung der Bemessungsniederschläge

3.3.1 Niederschläge bis zum Wiederkehrintervall T = 100 Jahre

- Als Datengrundlage können folgende regionalisiert vorliegenden Niederschlagsauswertungen des DWD genutzt werden:

- Starkniederschlagshöhen für Deutschland (KOSTRA: Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen) [11],
- Regionalisierte Extremwerte des Niederschlagsdargebots aus Regen und Schneeschmelze (REWANUS) [10].
- Für KOSTRA liegen Daten als Niederschlagshöhe hN in [mm] sowie als Niederschlagsspende rN in [$l/(s \cdot ha)$] für die Wiederkehrintervalle $T = 0,5$ bis 100 a und Niederschlagsdauern von $D = 5$ min bis 72 h vor.
- Für REWANUS liegen die Daten als Summe des Niederschlagsdargebotes aus Regen und Schneeschmelze in analoger Form wie bei KOSTRA vor, jedoch für die Niederschlagsdauern von $D = 12$ bis 240 h.
- Bei Verwendung von KOSTRA-Daten ist zu beachten, dass die Auswertungen im KOSTRA-Atlas [11] auf dem Zeitraum 1951-2000 basieren. Sollten gebietsabhängig maßgebliche Starkregenereignisse nach dem Jahr 2000 aufgetreten sein, ist für dieses Gebiet eine aktualisierte Auswertung als gutachterliche Einzeluntersuchung für den Standort beim DWD einzuholen. Für 2014 ist seitens des DWD eine generelle Fortschreibung von KOSTRA auf einer Datenbasis bis 2010 in Aussicht gestellt.

3.3.2 Niederschläge mit einem Wiederkehrintervall $T \gg 100$ Jahre

- Sommerereignisse:

Die Niederschlagshöhen für Wiederkehrintervalle bis $T = 10.000$ a sind nach dem Verfahren PEN-LAWA 2010 [16] zu ermitteln. Die von der LAWa autorisierte Software liefert mit der Tabelle 2 (über Dauerstufen und Wiederkehrintervalle ausgeglichene Werte) für die Wiederkehrintervalle $T = 100 / 200 / 500 / 1.000 / 2.000 / 5.000 / 10.000$ a und Dauerstufen von $D = 0,25 \dots 72$ h Niederschlagshöhen hN [mm]. Damit wird das gesamte Spektrum von T und D für die nach DIN 19700 zu führenden Hochwassernachweise für Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken abgedeckt. Das Raster für die Niederschlagswerte ist identisch mit dem KOSTRA-Raster.

Problematisch ist zzt. noch die Nahtstelle $T = 100$ a zwischen KOSTRA-DWD 2000 und PEN-LAWA 2010. Die hN -Werte beider Ansätze weisen über den gesamten D -Bereich mehr oder weniger große Differenzen nach beiden Richtungen auf. Gegenwärtig wird an einer Aktualisierung von KOSTRA-DWD gearbeitet (s. o.). Für das zukünftige KOSTRA-DWD 2010 wird auch die zugehörige Software modernisiert. In der Folge müssen dann auch die PEN-Werte angepasst werden (keine Verringerungen, nur gleichbleibend oder Zunahmen).

Für die Zwischenzeit bis zu den jeweiligen Aktualisierungen von KOSTRA und PEN-LAWA wird Folgendes empfohlen:

- Für Objekte der Infrastruktur (z. B. Brücken, Deiche, Ufermauern) Verwendung der Werte aus KOSTRA-DWD 2000.
- Für den Nachweis des HWBF 3 von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken sind ebenfalls die KOSTRA-Werte anzusetzen.
- Für Speicher der Talsperrenklasse 3 und 4 entsprechend [24] sollte der Nachweis des HWBF 1 und 2 mit den Werten von PEN-LAWA 2010 erfolgen. Dabei ist sicher zu stellen, dass der Wert $HQ(200)$ aus PEN-LAWA 2010 über dem Wert $HQ(100)$ nach KOSTRA-DWD 2000 liegt. Andernfalls ist eine Angleichung / Anpassung auf den höheren Wert vorzunehmen.
- Für die Nachweise zu den HWBF 1 und 2 für Stauanlagen der Talsperrenklassen 1 und 2 sind ausschließlich die Werte von PEN-LAWA 2010 zu verwenden.

Nach Vorliegen der aktualisierten KOSTRA und PEN-LAWA-Versionen sind diese in den Hydrologischen Gutachten anzuwenden.

- Winterereignisse:

Für das Niederschlagsdargebot im Winter aus Flüssigniederschlag und Schneeschmelze liegt für den Bereich $T = 0,5 \dots 100$ a und $D = 12 \dots 240$ h das REWANUS-System des DWD vor (s. o.). Das Raster ist identisch mit dem KOSTRA-Raster.

Die Extrapolation für $T = 200 \dots 10.000$ a erfolgt entsprechend einer Empfehlung des DWD durch lineare Verlängerung der Charakteristik $T = 2 \dots 100$ a im halblogarithmischen Koordinatensystem ($\log T$).

3.3.3 Flächenabhängige Abminderung der statistischen Regenwerte nach KOSTRA

Die KOSTRA-Tabellenwerte sind eigentlich Punktniederschläge. Sie können nur bis zu einer Fläche von ca. 25 km² auch als Gebietsniederschläge angesetzt werden. Für Flächen über 25 km² ergibt sich die Notwendigkeit einer Abminderung der Tabellenwerte. Mit dem Projekt FLA-MINKO [25, 26] wurden Grundlagen für Abminderungsfaktoren für Niederschlagsgebiete bis 1.000 km² bereitgestellt. Ausgangswert ist jeweils der Mittelwert für das KOSTRA-Raster.

Die Umsetzung kann nach zwei Varianten erfolgen:

- Abhängigkeit nur von der Gebietsgröße
 $AMF = 1 - 0,04 \cdot \log A_E$
AMF: Abminderungsfaktor
 A_E : Einzugs (= Niederschlags-) gebietsgröße
Für die Obergrenze der Untersuchungen von 1.000 km² beträgt der AMF somit 0,88.
- Abhängigkeit zusätzlich von der Dauerstufe
Die Ermittlung des Abminderungsfaktors erfolgt grafisch aus einem Nomogramm (Anlage 2, nach Abb. 6.16 aus [25]). Das Nomogramm ermöglicht sowohl die vereinfachte Ermittlung (linker Teil) als auch die zusätzliche Berücksichtigung der Dauerstufe (linker und rechter Teil) einschließlich eines Ablesebeispiels. Die Einbeziehung von Dauerstufen wird empfohlen, wenn für die anstehende Aufgabe Aussagen über einen breiteren Bereich von Dauerstufen relevant sind. Innerhalb der Dauerstufe wird der abgelesene Abminderungsfaktor unabhängig vom Wiederkehrintervall für alle Werte angewandt, da die Unterschiede zwischen den Wiederkehrintervallen als nicht signifikant angesehen werden [25].

Die Anwendung des Verfahrens beschränkt sich auf den Geltungsbereich von KOSTRA, d.h. für Wiederkehrintervalle bis $T = 100$ a. Für Niederschläge im Extrapolationsbereich ($T > 100$ a) liegen keine Angaben vor. In Anbetracht des nicht signifikanten Einflusses des Wiederkehrintervalls auf den Abminderungsfaktor wird die Verwendung der o. g. Ansätze auch für $T > 100$ a als tragbar eingeschätzt.

3.3.4 Maßgebende Niederschlagsdauer

- Bei der Bearbeitung von Niederschlag-Abfluss-Modellen sind generell mehrere Niederschlagsdauern D zu untersuchen, da die Maxima der Abflussscheitelwerte und Abflussfüllen jeweils bei anderen Niederschlagsdauern auftreten können.
- Für hydrologische Gutachten zur Bemessung von Kreuzungsbauwerken (z. B. Brücken), Querbauwerken (z. B. Wehre), Hochwasserschutzanlagen (Deiche, Ufermauern), Ein- und Auslaufbauwerken ist diejenige Niederschlagsdauer maßgebend, die den maximalen Scheitelwert in der Abflussganglinie produziert.

Die Plausibilität der ermittelten maßgebenden Niederschlagsdauer sollte durch den Vergleich mit einer Fließzeitabschätzung im Hauptgewässer überprüft werden.

- Für Gutachten zum Nachweis der Hochwassersicherheit und Hochwasserschutzwirkung von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken wird die Ermittlung der maßgebenden Niederschlagsdauer(n) im Kapitel 4 behandelt.

4 Hydrologische Gutachten für die Hochwassernachweise von Talsperren (TS) und Hochwasserrückhaltebecken (HRB)

- Bei der Bestimmung der notwendigen Bemessungszuflüsse sind die Festlegungen der DIN 19700 (2004) [3] und ThürTA-Stau (2005) [24] zu beachten.
- Nach DIN 19700 [3] sind für insgesamt drei Hochwasserbemessungsfälle (HWBF) die entsprechenden Nachweise zum Hochwasserregime zu führen:

Hochwassersicherheit:

- HWBF1 DIN 19700 Teil 10, Abschnitt 6.3.2,
- HWBF2 DIN 19700 Teil 11, Abschnitt 4.3.1.

Hochwasserschutz:

- HWBF3 DIN 19700 Teil 10, Abschnitt 6.3.3 und
DIN 19700 Teil 11, Abschnitt 4.3.2.

- Die anzusetzenden Bemessungshochwasserwerte in Form der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten bzw. des Wiederkehrintervalls T für die HWBF 1 und 2 sind für die Talsperrenklassen 1 und 2 in DIN 19700 Teil 11, Abschnitt 4.3.1 genannt [3]. Für Hochwasserrückhaltebecken werden in der DIN 19700 Teil 12, Tabelle 1 drei Kategorien (große, mittlere/kleine und sehr kleine HRB) ausgewiesen [3].

In der für Thüringen zusätzlich zu beachtenden Vorschrift ThürTA-Stau [24] erfolgt eine weitergehende Differenzierung in die Klassen 1 bis 4 sowohl für Talsperren als auch für Hochwasserrückhaltebecken (s. [24] Abschnitte 1.1.4, 1.1.5 und 2.2.1).

- Wenn plausible Ergebnisse zu den Scheitelwertermittlungen HQ(T) aus den Verfahren nach Kapitel 2.1 und 2.2 vorliegen und wegen geringer Effekte bei der Wirkung des gewöhnlichen und außergewöhnlichen Hochwasserrückhalteräume auf eine Retentionsberechnung (Ganglinien) verzichtet werden kann, ist die zusätzliche Erstellung eines N-A-Modells nicht erforderlich.

In diesem Fall können die Nachweise für die HWBF 1 und 2 lediglich mit den Scheitelwerten geführt werden (Abgabescheitel = Zuflussscheitel) (s. [3] Teil 10, Abschnitt 5.3 vierter Absatz i. V. m. Teil 11, Abschnitt 4.3.1 erster Absatz). Ein Nachweis für den HWBF 3 entfällt (s. [3] Teil 10, Abschnitt 6.3.3 i. V. m. Teil 11, Abschnitt 4.3.2).

- Sind mit den Verfahren nach Kapitel 2.1 und 2.2 keine plausiblen Ergebnisse zu erzielen (z. B. beim Fehlen geeigneter Bezugspegel oder regionalisierter Ansätze), ist zusätzlich ein N-A-Modell für das Einzugsgebiet der Talsperre bzw. des Hochwasserrückhaltebeckens zu erstellen. Diese Notwendigkeit ist gleichermaßen gegeben, wenn Retentionsnachweise für die HWBF 1, 2 und/oder 3 erforderlich sind.

Durch Retentionsberechnungen ist aus mehreren Ansätzen der Niederschlagsdauer diejenige Kombination von Hochwasserscheitel und Hochwasserfülle zu ermitteln, die im Speicher unter Berücksichtigung der für den jeweiligen HWBF zulässigen Abgaben die höchsten Beckenwasserstände ZH ergeben (für HWBF 1 und 2 s. [3] Teil 11, Tabelle 1; für HWBF 3 s. [3] Teil 10, Abschnitt 6.3.3 und Teil 11, Abschnitt 4.3.2). Beim HWBF 3 bedeutet das noch zusätzlich die Untersuchung mehrerer Wiederkehrintervalle.

- Zu beachten:

Gutachten, für die lediglich Scheitelwerte/Füllen in Auftrag gegeben wurden, können somit nur bedingt zu definierten Werten führen. Bei Notwendigkeit von Retentionsberechnungen zur Ermittlung der Hochwasserstauziele ZH können diese Gutachten (als erster Teil eines Gesamtgutachtens) nur mit einer Gruppe von Scheitelwerten und Füllen abschließen.

- Weitere Hinweise:

- Zur Abschätzung des Restrisikos sind HQ-Werte, erforderlichenfalls bis zur PMF (Probable Maximum Flood), zu ermitteln. Hierzu kann auch der maximierte Gebietsniederschlag (MGN) herangezogen werden [6].
- Bei Speicherberechnungen sollte die maßgebende Abflussganglinie nach verschiedenen Wellenformen modifiziert werden. Die mögliche Variabilität von Zufluss, Abfluss, Speicherinhalt sowie die Leistungsfähigkeit von Grundablässen, Betriebsauslässen und Überlauf sind zu berücksichtigen.
- Ein (Sicherheits-)Zuschlag auf Grund möglicher zukünftiger Klimaverschiebungen mit erhöhten Abflüssen soll in den hydrologischen Gutachten nicht berücksichtigt werden. Entsprechende Zuschläge erfolgen nach [24] erst bei der technischen Planung der vorgesehenen Maßnahmen (z. B. Zuschläge auf die Größe des Hochwasserrückhalteraumes bei Speicherbauwerken).

Quellenverweise

- [1] BfG [Hrsg.: BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE] (2002): Mathematisch-numerische Modelle in der Wasserwirtschaft - Handlungsempfehlungen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten., Mitteilung der BfG Nr. 24, Koblenz
- [2] BMU [Hrsg.: BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT] (1997): Stand und Einsatz mathematisch-numerischer Modelle in der Wasserwirtschaft., Bonn
- [3] DIN [Hrsg.: DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V.] (2004): DIN 19700 Stauanlagen - Teile 10 bis 15., Berlin
- [4] DVWK [Hrsg.: DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V.] (1982): Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlag-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten - Teil I Analyse., DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 112/1982, Bonn
- [5] DVWK [Hrsg.: DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V.] (1984): Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlag-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten - Teil II Synthese., DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 113/1984, Bonn
- [6] DVWK [Hrsg.: DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V.] (1997): Maximierte Gebietsniederschlagshöhen für Deutschland., DVWK-Mitteilungen, Heft 29, Bonn.
- [7] DVWK [Hrsg.: DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V.] (1999): Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen., DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 251/1999, Bonn
- [8] DVWK [Hrsg.: DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V.] (1999): Hochwasserabflüsse., DVWK-Schriften, Heft 124, Bonn
- [9] DWA [Hrsg.: DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT; ABWASSER UND ABFALL E.V.] (2012): Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten., Merkblatt DWA-M 552, Hennef
- [10] DWD [Hrsg.: DEUTSCHER WETTERDIENST] (2000): Regionalisierte Extremwerte des Niederschlagsdargebots aus Regen und Schneeschmelze für Deutschland - REWANUS-Atlas 2000 (Regionalisierung der Extremwerte der Wasserabgabe aus Niederschlag und Schneedecke)., DWD, Berlin
- [11] DWD [Hrsg.: DEUTSCHER WETTERDIENST] (2005): KOSTRA-DWD 2000 (Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen)., Software/Vertrieb: itwh, Hannover; darin enthalten: BARTELS, H. u. a.: Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000) - Grundlagenbericht und Fortschreibungsbericht., DWD, Offenbach am Main

- [12] DYCK, S. [Hrsg.] (1980, 2. Aufl.): Angewandte Hydrologie - Teil 1: Berechnung und Regelung des Durchflusses der Flüsse., VEB Verlag für Bauwesen, Berlin
- [13] KLEEBERG, H.-B. & A. H. SCHUMANN (2001): Ableitung von Bemessungsabflüssen kleiner Überschreitungswahrscheinlichkeiten., Die Wasserwirtschaft, 91 (2), 90 - 95, Stuttgart
- [14] KLEEBERG, H.-B. & A. H. SCHUMANN (2001): Zur Ableitung von Hochwasserabflüssen geringer Überschreitungswahrscheinlichkeiten - Berichtigung., Die Wasserwirtschaft 91 (12), 608, Stuttgart
- [15] LAWA [Hrsg.: LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER] (1997): Pegelvorschrift. Berlin, Bonn; zukünftig: Handbuch der Länder und des Bundes, Entwurf vom Mai 2013
- [16] LAWA [Hrsg.: LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER] (2010): PEN-LAWA 2010 – Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags in Deutschland., Software/Vertrieb: itwh, Hannover – Software; darin enthalten die Berichte: VERWORN, H.-R. & U. KUMMER (2003/2006): Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags (PEN) und VERWORN, H.-R. & Draschoff, R. (2010): PEN-Erweiterung - Untersuchungen und Datenanalysen für ein Verfahren zur Ermittlung von extremen Starkniederschlagshöhen kurzer Dauerstufen auf der Grundlage von KOSTRA-DWD 2000 und PEN-LAWA 2005
- [17] LUBW [Hrsg.: LANDESANSTALT FÜR UMWELT; MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG] (2007/2008): Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken., Reihe Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, 106, Karlsruhe
- [18] LUTZ, W. (1984): Berechnung von Hochwasserabflüssen unter Anwendung von Gebietskenngrößen., Dissertation, Mitteilungen Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft Heft 24, Universität Karlsruhe
- [19] MUNLV [Hrsg.: MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ; LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN UND LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN] (2004): Ermittlung von Bemessungsabflüssen nach DIN 19700 in Nordrhein-Westfalen., Merkblätter, Band 46, Düsseldorf
- [20] MUTH, W. u. a. (1996, 2. Aufl.): Hochwasserrückhaltebecken - Planung, Bau und Betrieb; darin enthalten: BIEDERMANN, R.: Sicherheit von Hochwasserrückhaltebecken - schweizerisches Sicherheitskonzept., Kontakt & Studium Bd. 341, expert-Verlag, Renningen-Malmsheim
- [21] STALMANN, V. u. a. (2004): Das Niederschlagsregelwerk für die Deutsche Wasserwirtschaft., Die Wasserwirtschaft, 94 (10), 8-27, Stuttgart
- [22] TLU [Hrsg.: THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE] (2000): Die Leitbodenformen Thüringens., Geowissenschaftliche Mitteilungen von Thüringen, Beiheft 3, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Weimar

- [23] TLUG [Hrsg.: THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE] (2014): Hochwasserabflüsse in Thüringen., in Vorbereitung, Schriftenreihe der TLUG, Nr. xx, Jena
- [24] TMLNU [Hrsg.: THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT] (2005): Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen Thür-TA-Stau: 2005-06 (berichtigte und ergänzte Fassung 2007-05, zzt. in Überarbeitung)., Erfurt
- [25] VERWORN, H.-R. & SCHMIDTKE, S. (2006): FLAMINKO - Flächenabhängige Abminderung der statistischen Regenwerte nach KOSTRA – Abschlussbericht., Inst. f. Wasserwirt., Hydrol. u. landwirt. Wasserbau der Leibnitz-Univ. Hannover
- [26] VERWORN, H.-R. (2008): Flächenabhängige Abminderung statistischer Regenwerte., Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2008 (1), 9, 493-498, Hennef

Hochwasserstatistik auf der Grundlage von Messreihen

1 Aufbereitung und Prüfung der Datenkollektive [7, 9, 12,15]:

- Aufstellung von jährlichen Serien HQ(a) aus den Jahreshöchstwerten einer Datenreihe oder partiellen Serien HQ(p) (Schwellenwertstatistik; vor allem, wenn es um die Ermittlung kleinerer HQ(T) geht),
- Literaturrecherchen (Jahrbücher, Hochwasserauswertungen, Hochwassermarken),
- Prüfung der aufgestellten Serien auf:
 - a) Konsistenz: keine Messfehler, Stationsverlegung, Ausreißer,
 - b) Homogenität: keine Naturkatastrophen, allmähliche Veränderungen (Trend), anthropogene Eingriffe (z. B. Talsperren),
 - c) Repräsentanz: *räumlich* (genügend, gut verteilte Stationen bzw. Übertragung zwischen Messstation und Begutachtungsquerschnitt möglich?),
zeitlich (Messung lang genug?, Einbeziehung historischer Hochwasser gemäß [7, 9] prüfen),
 - d) Unabhängigkeit der einzelnen Daten voneinander (v. a. bei mehrgipfeligen Hochwasserwellen, die über den hydrologischen Jahreswechsel hinaus andauern sowie bei Schwellenwertstatistik),
- ggf. Datenergänzung und Lückenfüllung (z. B. durch Regression mit geeigneten Nachbarpegeln oder Verwendung eines angeeichten N-A-Modells), Ausreißerentfernung nicht allein aus statistischen Gründen (nur bei begründeten Fehlwerten),
- Möglichkeiten zur Informationserweiterung (zeitlich, kausal, räumlich) werden ausführlich in [9], S. 26 - 48 beschrieben. Ihre Umsetzung obliegt aber i. d. R. den Fachbehörden.

2 Anpassung von analytischen Verteilungsfunktionen (VF) an aufbereitete Datenkollektive [7, 9]:

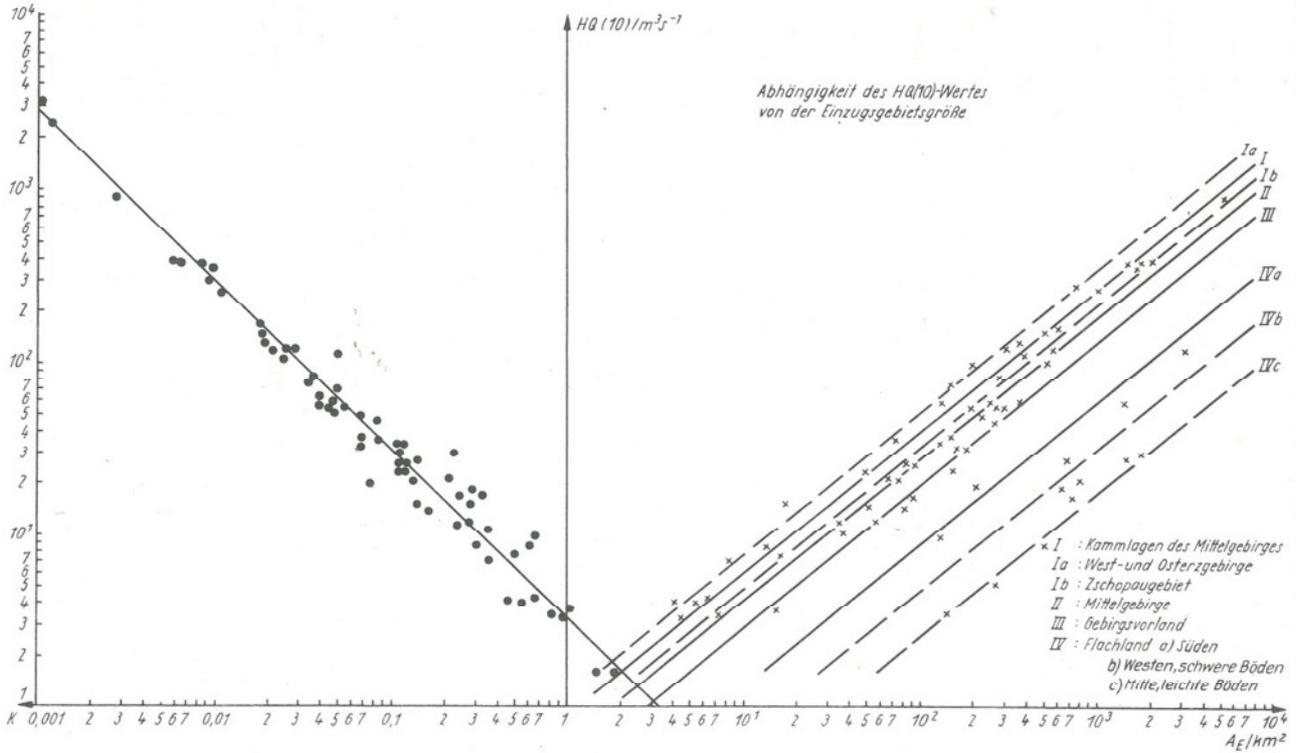
- Eintragung der Daten in ein Wahrscheinlichkeitsnetz (mehrere empirische VF = „plotting position“ möglich),
- Anpassung mehrerer analytischer VF in Kombination mit mehreren Parameterschätzmethoden (SM) gemäß [7, 9],
- Bewertung der Anpassungen über Gütekriterien (insbesondere $n\omega^2$ -Anpassungstest und/oder Quantilkorrelation r_p) [7] und eine visuelle Einschätzung (v. a. für den Bereich größerer T) bzw. auf Basis von Informationserweiterungen [9],
- Auswahl der geeignetsten Kombination VF/SM und Ableitung der gesuchten HQ(T),

3 Beispiele geeigneter Softwarelösungen für Datenaufbereitung und Hochwasserstatistik:

- HQ-Ex (Firma WASY, Dresden):
 - Programm zur Umsetzung von [7],
 - Trendanalyse,
 - Anpassung von sieben VF in Kombination mit drei SM,
 - Bewertung der Anpassung über drei Prüfgrößen.
- Programm „Extrem“, Softwarepaket „Hochwasseranalyse“ (INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURTECHNIK, UNIVERSITÄT KARLSRUHE):
 - Anpassung von 16 VF in Kombination mit zwei SM,
 - Bewertung der Anpassung über zwei Prüfgrößen.
- Programm „Linreg“, Softwarepaket „Hochwasseranalyse“ (INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURTECHNIK, UNIVERSITÄT KARLSRUHE):
 - Berechnung von linearen/linearisierten Regressionen und Trends.
- Programm IsHoT/IsHoW (INSTITUT FÜR ANGEWANDTE WASSERWIRTSCHAFT, München):
 - Homogenitätsanalyse, Trendanalyse, Sprunganalyse,
 - Anpassung von 23 VF in Kombination mit drei SM,
 - Bewertung der Anpassung über drei Prüfgrößen.

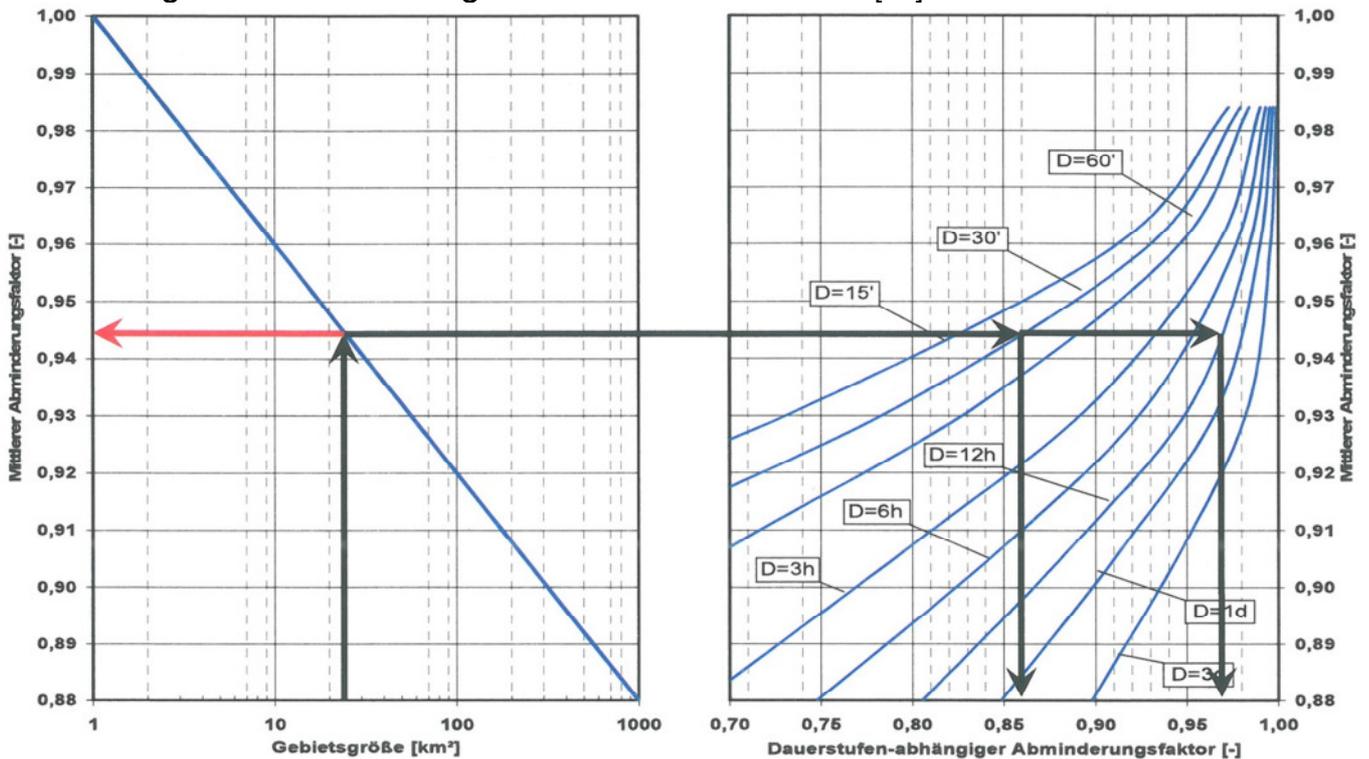
Hilfsdiagramme für das einfache Extrapolationsverfahren und FLAMINKO

1. Diagramm zur Umsetzung des einfachen Extrapolationsverfahrens nach DYCK [12]:



Ableitung des $HQ(10)$ im Nomogramm und Bestimmung der $HQ(T) \leftrightarrow HQ(10)$ über $HQ(T) = HQ(10) + [\ln(0,1 \cdot T)] / k$

2. Diagramm zur Umsetzung des FLAMINKO-Verfahrens [25]:



Zuordnung der Bodeneinheiten Thüringens in die SCS-Bodentypen-Klassifikation

- Im SCS-Verfahren (in: DVWK-Regeln 113/1984, [5]) werden ausgehend von den Bodenarten folgende vier Bodentypen hinsichtlich ihres Versickerungsvermögens bzw. der Abflussbereitschaft unterschieden:
 - Bodentyp A: Böden mit großem Versickerungsvermögen, auch nach starker Vorbefeuchtung; z. B. tiefe Sand- und Kiesböden.
 - Bodentyp B: Böden mit mittlerem Versickerungsvermögen, tiefe bis mäßig tiefe Böden mit mäßig feiner bis mäßig grober Textur; z. B. mitteltiefe Sandböden, Löss, (schwach) lehmiger Sand.
 - Bodentyp C: Böden mit geringem Versickerungsvermögen, Böden mit feiner bis mäßig feiner Textur oder mit wasserstauer Schicht; z. B. flache Sandböden, sandiger Lehm.
 - Bodentyp D: Böden mit sehr geringem Versickerungsvermögen, Tonböden, sehr flache Böden über nahezu undurchlässigem Material, Böden mit dauernd sehr hohem Grundwasserspiegel.

- Zuordnung der Thüringer Bodeneinheiten/Leitbodenformen (Grundlage: Bodengeologische Übersichtskarte im Maßstab 1: 100.000, [22]*) in die Bodentypen-Klassifikation des SCS-Verfahrens:

Bodeneinheit/Leitbodenform		Bodentyp nach SCS
Symbol	Bezeichnung	
lg1	Lehm, steinig, grusig (Schieferschutt)	B
lg2	Sandiger Lehm, steinig (Schiefer-Quarzit-Schutt)	B
lg3	Lehm, steinig, grusig (Schiefer-Diabas-Schutt)	B
lg4	Skelettboden, lehmig (Schieferschutt der Steilhänge)	B
g1	Sandiger Lehm, grusig, steinig (saure kristalline Gesteine)	B
g2	Skelettboden, lehmig, grusig (saure kristalline Gesteine)	B
m	Sandiger Lehm, steinig (basische Eruptiva)	B
p1	Sandiger Lehm, steinig, grusig (saure Eruptiva)	B
r2	Skelettboden, lehmig, sandig (Rotliegendensedimente)	B
k1	Lehm - Schwarzerde (vorwiegend Sedimente des Unteren Keupers)	B
k3	Lehm, steinig (Zechsteinsedimente)	B
k3g	Lehm, stark steinig (Zechsteinsedimente)	B
k4	Lehm, tonig, steinig (Sedimente des Mittleren Muschelkalkes)	B
k5	Lehm, stark steinig (Sedimente des Unteren Muschelkalkes)	B
s1	Sandiger Lehm (vorw. Sedimente des Unteren Buntsandsteins)	B
s2	Lehmiger Sand (vorw. Sedimente des Mittleren Buntsandsteins)	B
s4	Sandiger Lehm bis Lehm (sandige Sedimente des Keupers)	B
b1	Lehm, steinig, grusig (Basalt)	B
b2	Skelettboden, lehmig, grusig, blockhaltig (Basalt)	B
ds1	Lehm - Schwarzerde (über Sand oder Kies)	B
ds2	Sandig-lehmiger Kies	B
ds31	Sandiger Lehm - Braunerde (über Kies)	B
ds4	Sandig-lehmiger Kies (Tertiär)	B
...		

* Die Bodengeologische Übersichtskarte Thüringens liegt digital im Maßstab 1:100 000 vor. Die Leitbodenformen stellen eine Aufzählung von Bodentypen und Bodenarten dar, die innerhalb der Flächeneinheiten auftreten können. Flächengenaue Ableitungen für das Versickerungsvermögen (bodenkundlich ist darunter die Wasserleitfähigkeit von wassergesättigten Böden - der kf- Wert - zu verstehen) sind nur mit Hilfe örtlich zutreffender Bodendaten möglich. Das gilt insbesondere für nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzte Flächen, bei denen die anthropogene Nutzung über den Versiegelungsgrad die Wasserleitfähigkeit der Böden stark beeinflusst. Hier kann methodisch über die Biotop- und Nutzungstypen eine Aussage getroffen werden. Eine geteilte Zuordnung der Leitbodenformen zu den Bodentypen A bis D, auch in Bezug auf die Polygone der Bodengeologischen Übersichtskarte, ist deshalb nicht empfehlenswert.

Bodeneinheit/Leitbodenform		Bodentyp nach SCS
Symbol	Bezeichnung	
dm1	Lehm - Schwarzerde (Geschiebemergel)	B
dloe1	Sandlöss	B
loe1	Löss - Schwarzerde	B
loe2	Löss - Schlämm-schwarzerde	B
loe3	Löss - Schlämm-schwarzerde (über Muschelkalk, tonig)	B
loe4	Löss - Fahlerde	B
loe4k	Löss - Fahlerde (- Staugley) (vorwiegend über Muschelkalk)	B
loe5	Löss - Staugley	B
loe6	Löss, sandig - Braunerde/ - Parabraunerde	B
loe6s	Löss, sandig - Braunerde/ - Parabraunerde (über Buntsandstein)	B
loe7	Löss - Feuchtschwarzerde (über Sand, Kies)	B
loe8	Löss-Griserde und Löss-Parabraunerde	B
lloe	Hanglehm, lössartig	B
lg5	Lehm, tonig-Staugley (Schieferzersatz)	C
g3	Lehm, steinig, tonig - Staugley (Zersatz saurer kristalliner Gesteine)	C
p2	Skelettboden bis steiniger, sandiger Lehm (saure Eruptiva)	C
r1	Sandiger Lehm, steinig (Rotliegendensedimente)	C
r3	Lehm, steinig, tonig - Staugley (zersetzte Rotliegendensedimente)	C
k2	Lehm, steinig (vorwiegend Sedimente des Unteren Keupers)	C
s3	Sand, lehmig - Staugley (Sedimente des Unt. u. Mittl. Buntsandst.)	C
ds32	Kiesiger Lehm - Staugley (über Altpleistozän)	C
ds5	Lehm - Feuchtschwarzerde (über Sand, Kies, Mergel)	C
ds6	Lehm, tonig - Feuchtschwarzerde (über Sand, Kies, Mergel)	C
dm2	Sandiger Lehm, kiesig (Geschiebemergel)	C
dm3	Lehm - Staugley (Geschiebelehm)	C
dloe2	Sandlöss-Staugley	C
loe1h	Löss - Feuchtschwarzerde (Kolluvium)	C
loe9	Löss-Braunstaugley	C
lgloe	Lehm, lössartig - Staugley (Braunerde) (über Schiefergestein)	C
h2l	Lehm - Vega (Auelehm über Sand, Kies)	C
h2s	Sandiger Lehm - Vega (Auelehm über Sand, Kies)	C
h2t	Lehm, tonig - Vega (Auelehm über Sand, Kies)	C
h3l	Lehm - Vega (Nebentäler)	C
h3s	Sand bis sandiger Lehm - Vega (Nebentäler)	C
h3t	Lehm, tonig - Vega (Nebentäler)	C
h4	Lehm, tonig - Anmoorgley (Schieferzersatz)	C
hk	Kalktuff - Rendzina	C
Kp	Lehmige bis tonige Kippsubstrate	C
t1	Ton - Schwarzerde (vorwiegend Sedimente des Mittleren Keupers)	D
t1h	Ton - Feuchtschwarzerde (vorw. Sedimente des Mittl. Keupers)	D
t2	Ton, lehmiger Ton (vorwiegend Sedimente des Mittleren Keupers)	D
t3	Ton, lehmiger Ton (Sedimente des Oberen Buntsandsteins)	D
t3g	Ton, lehmiger Ton, steinig (Sedimente des Oberen Buntsandsteins)	D
t4	Ton, lehmiger Ton (tonige Sedimente des höheren Zechsteins)	D
tk	Ton, lehmig, steinig (Sedimente des Oberen Muschelkalkes)	D
tkg	Ton, lehmig, stark steinig (Sedimente des Oberen Muschelkalkes)	D
b3	Lehm, tonig, steinig - Staugley (Basaltzersatz)	D
h1a	Lehm, tonig - Schwarzgley (über Mergel, Ton, Torf, mäßig vernässt)	D
h1g	Lehm, tonig - Schwarzgley (über Mergel, Ton, Torf, stark vernässt)	D
h1t	Ton, lehmig - Schwarzgley/ - Staugley (über Oberem Muschelkalk)	D
h4s	Sand, lehmig - Anmoorgley (Zersatz Unt. u. Mittl. Buntsandstein)	D
h4t	Ton, lehmig - Anmoorgley (Zersatz toniger Triassedimente)	D
hm1	Torf - Moorgley (über Ton, Schluff, Mergel)	D
hm2	Torf - Gleyanmoor (über Buntsandstein- bzw. Schieferzersatz)	D
hm3	Torf - Gleyanmoor (über Schutt bzw. Zersatz paläozoischer Gesteine)	D



Mindestanforderungen / Mustergliederung zur Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes

1. Allgemeines
2. Zielstellung
3. Grundlagenermittlung / Projekteinführung
 - 3.1 Beschaffung erforderlicher Daten (Datengrundlage DGM 5_5)
 - 3.2 Abgrenzung des Bearbeitungsgebietes
 - 3.3 Abstimmung mit Fachbehörden
 - 3.4 Terrestrische Gewässeraufnahme (Vermessung)
 - 3.5 Ggf. Befliegung der Gewässer, Vorländer, Überschwemmungsflächen
4. Beschreibung des Einzugsgebietes
 - 4.1 Gebietsmorphologie
 - 4.2 Flächennutzung
 - 4.3 Gewässerausbau, relevante Einflussparameter (Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, Wehranlagen)
 - 4.4 Beurteilung des Gewässerzustandes
 - 4.5 Beurteilung der ökologischen Situation
 - 4.6 Bewertung der Raumordnung/Bauleitplanung (bestehende und geplante Flächennutzung)
5. Historische und aktuelle Extrem-Hochwasserereignisse
 - 5.1 Recherche vorangegangener Ereignisse
 - 5.2 Dokumentation und Auswertung von Hochwasserschäden und abgelaufenen Prozessen
 - 5.3 Ökonomische Bewertung / Schadensbilanzen
6. Hydrologische Grundlagen
 - 6.1 Ermittlung entsprechend der „Anforderungen an Hydrologische Gutachten“, Herausgeber TLUG Jena
(http://www.thueringen.de/imperia/md/content/tlug/wasserwirtschaft/hydrologiehochwasser/140219_anforderungen_hyga.pdf)
 - 6.2 Herausstellung und Abgleich der hydrologischen Daten für die weiterführende Projektbearbeitung
7. Hydraulische Berechnungen
 - 7.1 1-D-Berechnung (ggf. 2-D-Berechnung) des Gewässers mit Ermittlung der Überschwemmungsflächen
 - 7.2 Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeiten von Gewässern, Brücken, Hochwasserschutzanlagen, Querbauwerken etc.
 - 7.3 Modellkalibrierung
 - 7.4 Ggf. Interaktion zum Gewässer I. Ordnung
 - 7.5 Bewertung von Prozessen – Abflussbildung, Geschiebe- und Schwemmholztransport, Verklausung von Engstellen
 - 7.6 Berechnung des Gefährdungs- und Schadenspotentials bei verschiedenen Hochwasserabflüssen
 - 7.7 Festlegung des Schutzgrades
 - 7.8 Ableitung differenzierter Schutzziele



8. Maßnahmenplanung
 - 8.1 Darstellung der lokalen, ggf. der überregionalen Varianten
 - 8.2 Abstimmung Ober-/Unterlieger
 - 8.3 Ggf. Durchführung einer Strategischen Umweltvorprüfung (SUP-Vorprüfung) / nach Erfordernis auch Strategische Umweltprüfung

9. Festlegung der Vorzugsvariante / Erstellung einer Prioritätenliste
 - 9.1 Vorzugslösungen nach Abgleich ökologischer sowie ökonomischer Parameter festlegen; unter Beachtung der Anforderungen der WRRL (Nutzung des natürlichen Wasserrückhaltevermögens in der Fläche im Hochwasserentstehungsgebiet bevorzugt vor technischen Maßnahmen wie Gewässerausbau und Schaffung künstlicher Retentionsräume)
 - 9.2 Kosten-Nutzen-Betrachtung der einzelnen Varianten
 - 9.3 Aufstellung von Finanzbedarfs- und Zeitplänen

Anhang:

- Fotodokumentation
- Schadensberichte
- Ggf. Hydrologisches Gutachten / Übersichtslageplan Hydrologie / Einzugsgebiete
- Übersichtslageplan Vermessung
- Darstellung der Überschwemmungsgebiete / Wassertiefen / Fließgeschwindigkeiten für verschiedene HQ-Zustände
- Karte mit Darstellung der geplanten bzw. favorisierten Maßnahmen