



lebensministerium.at

LEITFADEN zur Festlegung und Harmonisierung von Bemessungsereignissen

FASSUNG 2010



I M P R E S S U M

Medieninhaber und Herausgeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Sektion Wasser
A-1012 Wien, Stubenring 1

Koordination

Abteilung Schutzwasserwirtschaft und
Abteilung Wildbach- und Lawinenverbauung

Konzeption und Text

Arbeitsgruppe Bemessungsereignis Bundeswasserbauverwaltung
Unterarbeitsgruppe Hochwasserszenarien des Bund-Länder-Arbeitskreises Hochwasserrichtlinie

Layout und Druck

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Copyright

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

LEITFADEN

zur Festlegung und Harmonisierung von Bemessungsereignissen

Einleitung

Im Rahmen der Unterarbeitsgruppe „Hochwasserszenarien“ des Bund-Länder-Arbeitskreises „EU-Hochwasserrichtlinie“ einerseits sowie eines BWV – Arbeitskreises andererseits wurden Grundsätze zur Harmonisierung der Bemessungsereignisse zwischen BWV und WLW bei der Gefahrenzonenplanung ausgearbeitet. Die dabei getroffenen Vorgaben sind auch als Grundlage für die Erstellung von Abflussuntersuchungen und Hochwassergefahrenkarten (nach Hochwasserrichtlinie) zu sehen.

Die Vorschläge bauen auf den Arbeiten des Projektes „Schutz vor Naturgefahren I“ sowie den Vorgaben des Leitfadens „*Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten*“ des Hydrographischen Dienstes in Österreich auf und gehen davon aus, dass eine prozessorientierte Harmonisierung ausgehend vom Reinwasserprozess mit einer bestimmten Jährlichkeit (z.B. HQ100) mit einem mehr oder weniger kontinuierlichen Übergang (im Längsschnitt eines Einzugsgebietes betrachtet) zu den klassischen Wildbachprozessen mit einer prozessbedingt erhöhten Unsicherheit (z.B. 150-jährliches Szenario) durchgeführt wird. (sh. Beilage 1: „*Einheitliches Bemessungsereignis*“)

Das bedeutet: man geht grundsätzlich von einem Basiswert aus, kann sich aber mit Zunahme der Unsicherheiten im Prozess und dessen „Modellierbarkeit“ durch Zuschläge einem Bemessungswert nähern, der einem Ereignis mit geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit entspricht.

Erwägungsgründe zur Harmonisierung der Bemessungsereignisse WLW/BWV

1. Ausgangspunkt für die Harmonisierung der Bemessungsereignisse ist bei den wasserbezogenen Naturgefahren (Hochwasser, schwacher fluviatiler Geschiebetransport, starker fluviatiler Geschiebetransport) der 100-jährliche Hochwasserabfluss, da dieser in vielen Richtlinien, Gesetzen und Fachgutachten definiert bzw. auch ausreichend statistisch abgesichert ableitbar ist.
2. Die Festlegung eines n-jährlichen Niederschlages ist nicht sinnvoll, da allgemein anerkannt ist, dass dieser nicht zwangsläufig ein n-jährliches Abflussereignis produziert.
3. Sowohl die Richtlinien zur Gefahrenzonenweisung der BWV als auch jene der WLW sehen vor, dass zusätzliche Gefahrenmomente (Szenarien) zu berücksichtigen und diese je nach der Vorhersagbarkeit des Prozesses (Modellrechnungen) als Zuschläge zum Basiswert bzw. über Szenarien zu ermitteln sind. Damit ist insbesondere bei den „klassischen“ Wildbachprozessen (Murgang, murartiger Wildbach, Wildbäche mit erhöhtem Geschiebe und Wildholz) der Definition des Forstgesetzes Rechnung getragen.
4. Das Forstgesetz spricht von einem „Ereignis mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von zirka 150 Jahren“. Geht man von einem Basiswert aus und berücksichtigt die prozessabhängigen Unwägbarkeiten entspricht man dieser Definition weitgehend.
5. Das Hydrographische Zentralbüro hat sich grundsätzlich bereit erklärt, die bundesweite Harmonisierung der Ermittlung von Hochwasserkennwerten zu koordinieren sowie in Zusammenarbeit mit den hydrographischen Diensten der Länder die Festlegung des

hundertjährlichen Hochwasserkennwertes durchzuführen bzw. externe Gutachten zu approbieren. Daher ist österreichweit das HQ100 Basis-Bemessungshochwasser (Erwartungswert) der Ausgangspunkt für alle Betrachtungen. Aufgrund des Vorliegens des Leitfadens „*Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen*“ des Hydrographischen Dienstes in Österreich können die Erwartungswerte auch durch externe Gutachter (technische Büros, Zivilingenieure) ermittelt werden. Darüber hinaus sollen seitens des Hydrographischen Dienstes Standards für die Bestimmung des Erwartungswertes (insbesondere für kleine Einzugsgebiete) festgelegt werden, die eine Vergleichbarkeit von externen Gutachten ermöglichen sollen.

6. Bei der Festlegung des Bemessungsereignisses ist zunächst der Leitprozess (maßgeblicher Prozess) zu definieren. Im Zuständigkeitsbereich der BWV sind kaum Gewässer mit dem Leitprozess „murartiger Geschiebetransport“ zu finden. Deshalb liegt der Schwerpunkt der Harmonisierung bei den „Übergangsprozessen bzw. –gewässern“.

Grundsätze zur Festlegung des Bemessungsereignisses

Grundsätzlich erfolgt die Festlegung des Bemessungsereignisses in zwei voneinander getrennten Schritten:

1. die Festlegung des Hochwasserkennwertes als Kernaufgabe der Hydrographischen Dienste:
 - Bestimmung eines Erwartungswertes durch hydrographische Analysen
 - Bestimmung des Konfidenz- bzw. des Schwankungsbereichs
 - Zur Hochwasserabschätzung sind je nach Datenbasis verschiedene Verfahren zulässig. Bei Vorhandensein von repräsentativen Pegeldaten kommen vorerst extremwertstatistische Verfahren zur Anwendung, welche zur Festlegung von Hochwasserkennwerten meist ausreichend sind.
 - Sind statistische Verfahren nicht möglich bzw. aussagekräftig, so kommen Regionalisierungsverfahren bzw. unterstützende NA-Modelle zur Anwendung.
 - Entsprechend dem Leitfaden „*Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen*“ des Hydrographischen Dienstes in Österreich können die Erwartungswerte auch durch externe Gutachter (technische Büros, Zivilingenieure) ermittelt werden.
 - Zur abschließenden Festlegung der hydrologischen Hochwasserkennwerte (Erwartungswert mit Streubereich) durch die Hydrographischen Dienste können zusätzlich noch diverse Gutachten sowie die Erfahrungen des Hydrologen mit berücksichtigt werden.

und

2. die Festlegung des Bemessungsereignisses als Kernbereich der BWV und WLW:
 - Bei der Festlegung des Bemessungsereignisses ist zunächst der Leitprozess (maßgeblicher Prozess) zu definieren. In jenen Fällen, in denen ein Gewässer zwischen BWV und WLW „geteilt“ ist, ist dies im Einvernehmen festzulegen. Die Erstellung einer „Karte der Leitprozesse“ ist dabei sinnvoll und zweckmäßig. Nicht zuletzt auch deshalb, um bei Zubringern die relevanten Prozesse besser ersichtlich zu machen.
 - Als Leitprozess „Hochwasser“ gem. Tabelle in Beilage 1 sind im Wesentlichen die derzeit als „Reinwasserprozess“ bezeichneten Ereignisse zu betrachten. Es sind dies Prozesse mit weniger als 2% Geschiebeanteil im Abfluss.
 - Ausgangspunkt der Festlegung des Bemessungshochwassers unter Berücksichtigung anderer nicht unbedingt hydrologischer Kriterien (Sicherheitsaspekte, prozessabhängige und wirtschaftliche Überlegungen, etc.) ist der oben beschriebene und entsprechend dem Leitfaden des Hydrographischen Dienstes in Österreich

„Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen“ ermittelte **Erwartungswert**. Dieser gilt als **Basis-Bemessungshochwasser**. Dieser Wert stellt den reinen hydrologischen Abflusswert dar und beinhaltet Feststofftransporte nur dann, wenn er bei der Messung der Einzelereignisse stattgefunden hat. Er stellt daher im Wesentlichen einen **Reinwasserwert** dar.

- Aufbauend auf den Erwartungswert erfolgt nun die Festlegung des tatsächlichen **Basis-Bemessungswertes**. Dieser liegt innerhalb des Streubereiches. Vom hydrologisch festgelegten Erwartungswert kann in begründeten Ausnahmefällen (hydrologische Kriterien) innerhalb des Streubereiches abgewichen werden.
- Unter Berücksichtigung anderer nicht hydrologischer Kriterien (Sicherheitsaspekte, wirtschaftliche Überlegungen, usw.) sind Zu- und Abschläge unter Berücksichtigung von allfälligen Feststoffeinträgen und Wildholzfracht zu definieren. Damit kann das **Bemessungsereignis** auch außerhalb des Streubereiches zu liegen kommen.

Hydraulische Unsicherheiten können sein:

- Änderungen des Abflussquerschnittes vor bzw. nach dem Hochwasserereignis – z.B. durch Geschiebe
- Wasserspiegeländerungen infolge Fließwechsel
- Wasserspiegelneigungen in Krümmungen
- Windeinfluss
- Wellenschlag
- Eiseinwirkung
- Rauigkeitsänderungen
- Einfluss von Vorländern bei Ausuferungen – Anspringen von RHB sowie Überströmstrecken

sh. auch „Leitfaden zur Festlegung des erforderlichen Freibords anhand projektspezifischer Rahmenbedingungen einschließlich der Kriterien für die Anordnung von Überströmstrecken“.

Das Bemessungsereignis ermittelt sich somit aus dem hydrologisch ermittelten Basiswert unter Berücksichtigung des Feststofftransportes, instationärer Fließprozesse und Einflüsse der Gewässermorphologie (siehe Beilage 2 „Schema zur Festlegung des Bemessungsereignisses“).

Die Berücksichtigung der prozessbedingten Parameter (Geschiebe, Wildholz, dynamische Prozesse) kann je nach Notwendigkeit durch

- prozentuelle Zuschläge auf den Basiswert für Geschiebe- und Wildholzfracht
- Berücksichtigung der einzelnen Frachten in hydraulischen Modellen (z.B. Sedimenttransportmodelle mit beweglicher Sohle)
- oder Szenarienanalysen (Reinwasserabfluss/Anlandung, Erosion, Verklausung)

erfolgen.

Abschläge sind z.B. dann gerechtfertigt, wenn durch eine allfällige Retentionswirkung im Einzugsgebiet das Basis-Bemessungshochwasser nicht zum schützenden Objekt kommt.

Im Technischen Bericht der jeweiligen Projektsunterlagen ist der „Festlegungsprozess“ des Bemessungsereignisses nachvollzieh- und prüfbar darzulegen.

Da die künftige Erarbeitung eines harmonisierten Bemessungsereignisses eine intensive Kooperation zwischen den Dienststellen der BWV, der WLV und des Hydrographischen Dienstes notwendig macht, sollen nachstehende Definitionen eine gemeinsame Sprachregelung bilden:

Definitionen

In den folgenden Definitionen bezeichnet der Begriff „Wert“ den jeweils betrachteten hydrologischen Kennwert (i. a. Abfluss) und bezieht sich auf eine bestimmte Jährlichkeit. Grundsätzlich gelten die Definitionen auch für andere Jährlichkeiten als die hundertjährige Betrachtung.

Lokale Statistik

Auswertung der Beobachtungsreihe der Messstelle mittels hochwasserstatistischer Analyse. Bei der pegelbezogenen Auswertung ist die berechnete Verteilungsfunktion im Extrapolationsbereich durch die wenigen großen Hochwasserwerte besonders bei kurzer Beobachtungsdauer schlecht abgesichert. Je nach vorliegender Datenreihe werden unterschiedliche statistische Verteilungen zur Anpassung an die Beobachtungen angewendet.

Regionale Statistik

Eine Verbesserung der lokalen Statistik lässt sich mit Hilfe regionaler Analysen erreichen. Dabei wird eine (einzige) Verteilungsfunktion ermittelt, die für alle regionaltypischen Messstellen bzw. Einzugsgebiete gültig ist. Bei repräsentativen Kollektiven sind die Ergebnisse von lokaler und regionaler Statistik nahezu ident.

Regionalisierungsverfahren

Sind extremwertstatistische Verfahren nicht möglich bzw. nicht aussagekräftig, da zum Beispiel zu kurze Datenreihen oder in unbeobachteten Gebieten überhaupt keine Messdaten vorliegen, so kommen Regionalisierungsverfahren zur Anwendung. Unterstützend können Erkenntnisse aus Niederschlags-Abflussmodellen herangezogen werden.

Statistischer Erwartungswert:

Ist jener Wert, der aus beobachteten Abflusswerten unter der Verwendung von statistischen Verfahren ermittelt wird. Je nach vorliegender Datenreihe werden unterschiedliche statistische Verteilungen zur Anpassung an die Beobachtungen angewendet. Im statistischen Sinn ist dies der wahrscheinlichste Wert aus einer Anzahl von möglichen Realisationen. Bei einer theoretischen Normalverteilung dieser Realisationen können 50% darüber und eben so viele darunter liegen.

Regionalisierter Erwartungswert

Um die extremwertstatistische Analyse am Pegel auf unbeobachtete Querschnitte übertragen zu können, werden Regionalisierungsverfahren angewandt. Unter Zuhilfenahme von hydrologischen Spendendiagrammen und Längenschnitten, statistisch basierten Gebietsfaktoren, regionalisierten statistischen Parametern, Gruppierungsmethoden, ergänzend NAModellen und ähnlichen Methoden können für ein Flussgebiet abgestimmte und plausible Kennwerte festgelegt werden. Diese können in begründeten Fällen von der einzelnen Pegelstatistik abweichen.

Anmerkung: Bei repräsentativen Kollektiven sind die Ergebnisse von Statistik und Regionalisierung nahezu ident.

Erwartungswert - Kennwert

Dies ist der durch ein Gutachten des Hydrografischen Dienstes festgelegte bzw. approbierte Erwartungswert. Hier fließt letztendlich die Bewertung aller Ergebnisse, Aspekte und Experten - Erfahrungen in die Festlegung mit ein. Dieser Wert stellt den reinen hydrologischen Abflusswert dar und beinhaltet Feststofftransport nur dann, wenn er bei der Messung der Einzelereignisse stattgefunden hat. Hat sich das hydrologische Regime im Einzugsgebiet

hochwasserrelevant verändert, so ist diese Veränderung zu quantifizieren und bei der Berechnung des hydrologischen Erwartungswertes zu berücksichtigen. Nicht berücksichtigt werden zukünftige Entwicklungen wie z. B. Klimaeinflüsse, Einflüsse aus kurzfristigen Nutzungsänderungen im Einzugsgebiet o. ä.

Konfidenzintervall

Ist jenes Intervall, das den Vertrauensbereich des statistischen Erwartungswertes definiert. Es ist ein reiner statistischer Wert, der angibt, mit wie viel Prozent Wahrscheinlichkeit der tatsächliche Wert im angegebenen Vertrauensbereich liegt. Ein Konfidenzintervall von 80 % besagt, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von je 10 % Ereignisse auch ober- bzw. unterhalb des angegebenen Vertrauensbereiches möglich sind.

Anmerkung: Zur Bekanntgabe von statistisch ermittelten Hochwasserkennwerten wird im Leitfaden des HZB die Wahl der oberen Schranke einer 80%-Vertrauensgrenze empfohlen.

Schwankungsbereich

In unbeobachteten Gebieten oder wenn Erwartungswerte auf Grund von Zeitreihen ermittelt wurden, bei denen angenommen werden kann, dass Ereignisse möglich sind, die auf Grund der Beobachtungsdauer (kurze Periode) noch nicht beobachtet wurden und daher größer sein könnten, dann sind weitere hydrologische Methoden zur Informationserweiterung notwendig. Die Angabe eines statistisch ableitbaren Konfidenzintervalls ist in diesen Fällen nicht möglich. Regionalisierungsverfahren, Expertengutachten, NA-Modellierungen und plausible Schätzformeln definieren dann weitere mögliche Ereignisrealisationen, die nach ihrer Größe gereiht einen Schwankungsbereich der möglichen Werte ergeben.

Basiswert (Basis-Bemessungswert)

Ist jener hydrologische Kennwert mit einer bestimmten Jährlichkeit, welcher innerhalb des Schwankungsbereiches liegt und unter Berücksichtigung der hydrologischen Unsicherheiten bzw. der Gewässer- und Einzugsgebietscharakteristik von der BWV bzw. WLV festgelegt wird. Der Basiswert kann die gleiche Größe wie der Erwartungswert haben. Der Basiswert dient als Ausgangspunkt für die Berechnung sowohl von Abflüssen größerer Jährlichkeit als der Erwartungswert, als auch als Ausgangswert für die Ermittlung von Zuschlägen für den Geschiebetransport, Wildholztransport, eventueller Klimafaktoren, etc.

Bemessungsereignis

Hochwasser, das einer Maßnahme für eine definierte Wahrscheinlichkeit zugrunde gelegt wird. Das Bemessungsereignis für eine bestimmte Jährlichkeit wird aufbauend auf den Basiswert ermittelt und berücksichtigt prozessbedingte Zuschläge für die Geschiebeführung, als auch Wildholz oder Ähnliches.

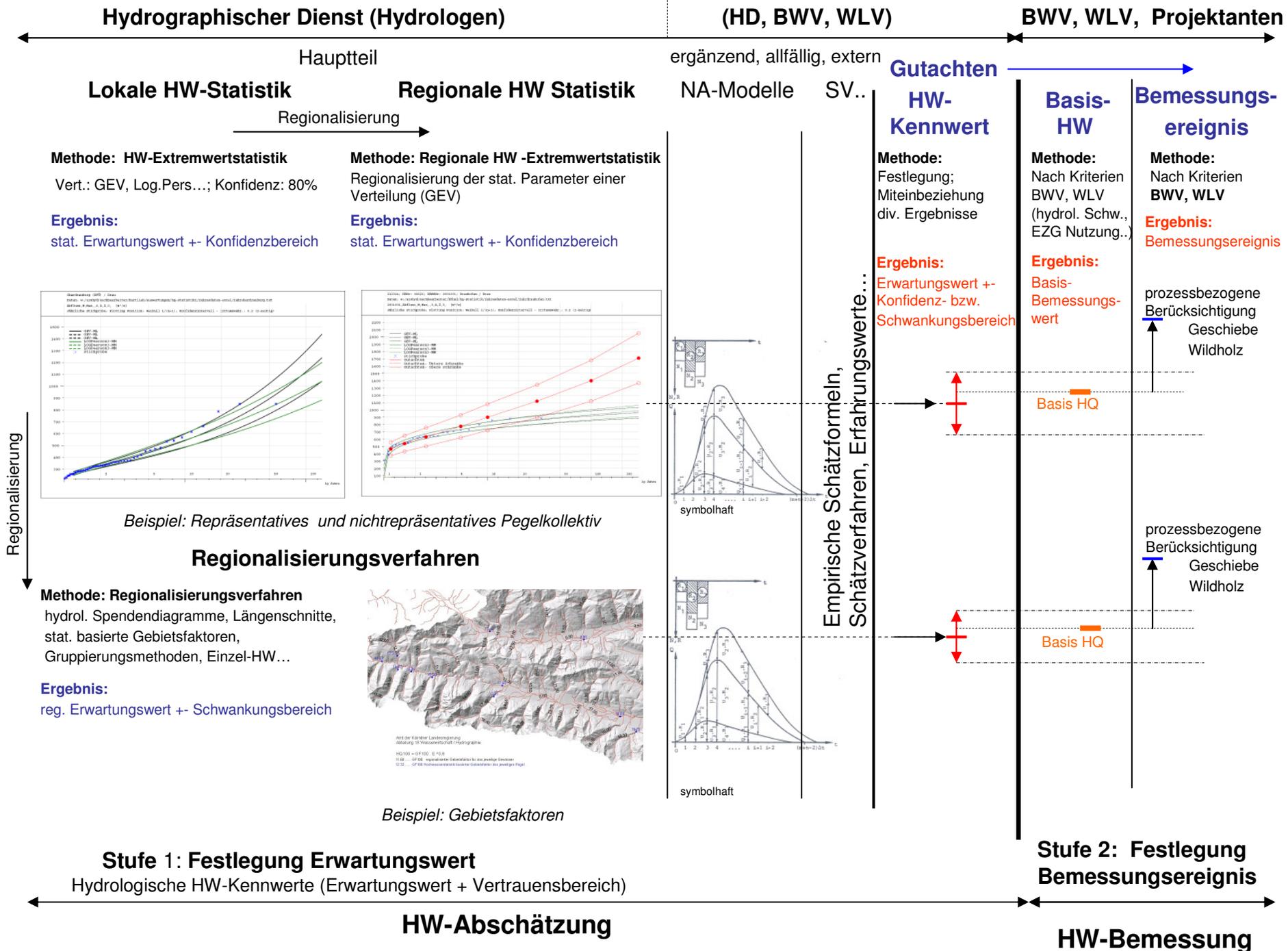
Beilage1: Tabelle „Einheitliches Bemessungsereignis“
Beilage2: „Schema zur Festlegung von Bemessungsereignissen“

Beilage 1: EINHEITLICHES BEMESSUNGSEREIGNIS

Prozessabhängige Festlegung der maßgeblichen Wiederkehrswahrscheinlichkeit des Bemessungsereignisses für die EU-Hochwasserrichtlinie, die Gefahrenzonenplanung und die Planung von Schutzmaßnahmen.

[Jährlichkeit]	Basis-Bemessungswert	Bemessungsereignis / Bemessungstransport				
		Abflussuntersuchungen, Gefahrenkarten gem. HW-Richtlinie			Gefahrenzonen	Planung von Schutzmaßnahmen
LEITPROZESS (maßgebliche Gefahrenart)		häufiges Ereignis	mittleres Ereignis	seltenes oder Extremereignis	mittleres Ereignis	entsprechend geltender Richtlinien
Hochwasser ¹⁾	30/100/300	30 ²⁾	100 ²⁾	300 ²⁾	100 ²⁾	
Schwacher fluviatiler Geschiebetransport		30 ^{2) 3)}	100 ^{2) 3)}	300 ^{2) 3)}	100 ^{2) 3)}	
Starker fluviatiler Geschiebetransport ⁴⁾		30 ^{2) 3) 9)}	100/150 ^{2) 3) 7)}	300 ^{2) 3) 6)}	100/150 ^{2) 3) 7)}	
Murartiger Geschiebetransport ⁵⁾		30 ^{2) 3) 9)}	100/150 ^{2) 3) 7)}	300 ^{2) 3) 6)}	100/150 ^{2) 3) 7)}	
Murgang ²⁾	-				150	
Lawinen ²⁾	-				150	
Steinschlag (Felssturz)	-				150 ⁸⁾	
Rutschung	-				-	
Erosion	-				-	

- 1) Entspricht im Wesentlichen einem „**Reinwasserprozess**“. Geschiebe (bis max. 2%) ist bereits im Basis-Bemessungswert enthalten.
- 2) Auftretendes **Wildholz** ist in den Szenarien (insbesondere „Verkläuserung“) zu berücksichtigen.
- 3) Erwarteter **Geschiebetransport** prozessbedingt mittels Zuschlägen auf den Basis-Bemessungswert oder modellbasiert zu berücksichtigen.
- 4) **Starker Geschiebetransport**: Fließgewässerregime geprägt durch Seiten- und Tiefenerosion, Gerinneverlagerung, Auflandung und dynamische Überschwemmungen.
- 5) **Murartiger Geschiebetransport**: In steilen Fließgewässerstrecken mit Charakteristik „Wildbach“ auftretend.
- 6) **Wenn modellierbar**, ansonsten Ausweisung der gesamten Schwemmkegelfläche („Wildbach“).
- 7) **Bemessungsereignis** für Fließgewässerstrecken mit der Charakteristik „**Gebirgsfluss**“ / „**Wildbach**“ (prozessorientiert über Szenarien festzulegen).
- 8) Festlegung aufgrund der **Sturzenergie**.
- 9) **Wenn modellierbar**, ansonsten Ausweisung der „roten Zonen“ als Überflutungsflächen HQ30.



Hydrographischer Dienst (Hydrologen)

(HD, BWV, WLW)

BWV, WLW, Projektanten

Hauptteil

ergänzend, allfällig, extern

Gutachten

Lokale HW-Statistik

Regionale HW Statistik

NA-Modelle

SV..

HW-Kennwert

Basis-HW

Bemessungsereignis

Regionalisierung

Methode: HW-Extremwertstatistik

Vert.: GEV, Log.Pers...; Konfidenz: 80%

Ergebnis:

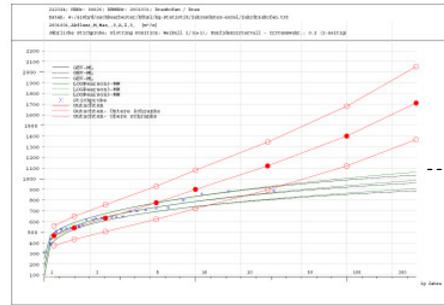
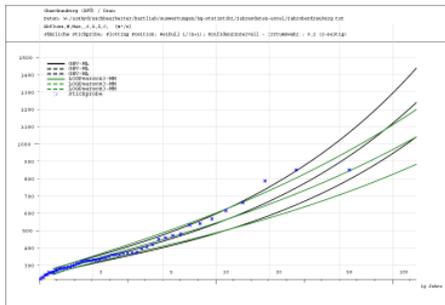
stat. Erwartungswert +- Konfidenzbereich

Methode: Regionale HW -Extremwertstatistik

Regionalisierung der stat. Parameter einer Verteilung (GEV)

Ergebnis:

stat. Erwartungswert +- Konfidenzbereich



Beispiel: Repräsentatives und nichtrepräsentatives Pegelkollektiv

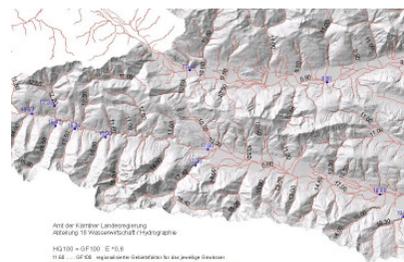
Regionalisierungsverfahren

Methode: Regionalisierungsverfahren

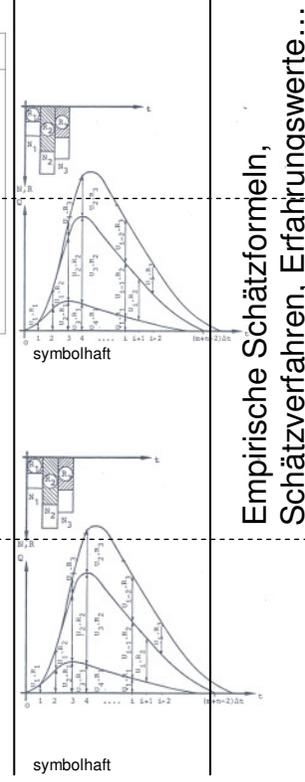
hydrol. Spendendiagramme, Längenschnitte, stat. basierte Gebietsfaktoren, Gruppierungsmethoden, Einzel-HW...

Ergebnis:

reg. Erwartungswert +- Schwankungsbereich



Beispiel: Gebietsfaktoren



Empirische Schätzformeln, Schätzverfahren, Erfahrungswerte...

Methode:
Festlegung;
Miteinbeziehung
div. Ergebnisse

Ergebnis:
Erwartungswert +-
Konfidenz- bzw.
Schwankungsbereich

Methode:
Nach Kriterien
BWV, WLW
(hydrol. Schw.,
EZG Nutzung..)

Ergebnis:
Basis-
Bemessungs-
wert

Methode:
Nach Kriterien
BWV, WLW

Ergebnis:
Bemessungsereignis

prozessbezogene
Berücksichtigung
Geschiebe
Wildholz

prozessbezogene
Berücksichtigung
Geschiebe
Wildholz

Stufe 1: Festlegung Erwartungswert

Hydrologische HW-Kennwerte (Erwartungswert + Vertrauensbereich)

Stufe 2: Festlegung Bemessungsereignis

HW-Abschätzung

HW-Bemessung