

**Empfehlungen
der Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
zur Aufstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten**

03. März 2006

Herausgegeben von der

Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Ad-hoc-Ausschuss Hochwasser, Leitung: Dipl.-Ing. Matthias Löw

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA), Arbeitsgruppe Hochwassermanagement,

Leitung:

Prof. Dr.-Ing. Günter Meon

Redaktion:

Prof. Dr.-Ing. Hans-B. Kleeberg

Dr.-Ing. Klaus Röttcher

Dipl.-Ing. H.-Georg Spanknebel

Bearbeitet von:

Dr.-Ing. Mekuria Beyene

ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik, GmbH, Aachen

Prof. Dr.-Ing. Ernesto Ruiz Rodriguez

Ruiz Rodriguez + Zeisler Ingenieurgesellschaft für Wasserbau und Wasserwirtschaft, GbR, Wiesbaden

Dipl.-Ing. Martin Gocht, MBA

Water&Finance Ökonomische Beratung für Wasser und Umwelt, Berlin

Dipl.-Ing. Carlos Rubin

ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik, GmbH, Aachen

Beraten von:

Dr.-Ing. Peter Heiland

Infrastruktur und Umwelt, Darmstadt, Potsdam

Dr.-Ing. Jürgen Neumüller

Dipl.-Ing. Steffi Forberig

HGN Hydrogeologie GmbH, Torgau

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Begriffsdefinitionen	1
3	Potentielle Nutzer von Hochwasser-Gefahrenkarten	2
3.1	Wasserwirtschaft	3
3.2	Raumordnung	3
3.3	Kommunale Planung	5
3.4	Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz	6
3.5	Versicherungswirtschaft	6
3.6	Betroffene	7
4	Empfehlungen zu Karteninhalten und Kartentypen	8
4.1	Hochwasser-Gefahrenkarte	8
4.1.1	Eintrittswahrscheinlichkeit des dargestellten Hochwassers	8
4.1.2	Intensität eines Hochwassers	8
4.1.3	Weitere Inhalte der Hochwasser-Gefahrenkarte	9
4.2	Hochwasser-Gefahrenzonenkarte	9
4.2.1	Klassifizierung der Intensität	10
4.2.2	Klassifizierung der Wahrscheinlichkeit	11
5	Vorgehensweise der Bundesländer – Bestandsaufnahme	12
5.1	Nordrhein-Westfalen	12
5.2	Baden-Württemberg	13
5.3	Sachsen	14
5.4	Rheinland-Pfalz / Luxemburg	15
5.5	Synopse	16
6	Anforderungen und Bestimmungsgrößen	17
6.1	Voraussetzungen zur Erstellung von Karten	17
6.1.1	Hydrologie	17
6.1.2	Fließgewässerhydraulik	17
6.1.3	Projektmanagement	18
6.1.3.1	Arbeitsschritt 1: Bestandserfassung / Bedarfsanalyse	18
6.1.3.2	Arbeitsschritt 2: Ermittlung der Topographie	18
6.1.3.3	Arbeitsschritt 3: Hydrologie / Hydraulik	19
6.1.3.4	Arbeitsschritt 4: Kartenerstellung	19

6.1.3.5	Arbeitsschritt 5: Öffentlichkeitsarbeit	19
6.2	Qualitätssicherung	19
6.2.1	Qualitätsmanagement	19
6.2.2	Informations- und Datenmanagement	20
6.2.3	Terminmanagement	20
6.2.4	Finanzmanagement	20
7	Empfehlung für die einheitliche Gestaltung der Karten	21
7.1	Datenverarbeitung und Kartenaufbau	21
7.2	Inhaltsgestaltung	22
7.2.1	Hochwasser-Gefahrenkarte	22
7.2.2	Hochwasser-Gefahrenzonenkarte	23
7.2.3	Maßstäbe der Karten	24
8	Öffentlichkeitsarbeit	25
9	Literatur	26

Anhang

Anhang 1: Checkliste für die Ausschreibung

Anhang 2: Farbwerte für die einheitliche Gestaltung von Hochwasser-Gefahrenkarten und Hochwasser-Gefahrenzonenkarten

Anhang 3: Glossar

Anhang 4: Unterschiedliche Begrifflichkeiten für die räumliche Beschreibung der Hochwassergefahr

1 Einleitung

Die Darstellung und Publikation von Hochwassergefahren gewinnt immer mehr an Bedeutung, weil nur dann, wenn die Entscheidungsträger und die Bevölkerung über mögliche Gefährdungen informiert sind und wissen, wie sie auf diese reagieren können, eine effektive Vorsorge und Gefahrenabwehr im Ereignisfall möglich ist.

Die Novelle des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vom 03. Mai 2005 stellt durch die Aufnahme von Regelungen zu überschwemmungsgefährdeten Gebieten in § 31c WHG sowie die Festlegung von verbindlichen Fristen für die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten in § 31b WHG neue Anforderungen an die Ermittlung und Darstellung der Hochwassergefährdung.

Die „Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2004) bezeichnen Hochwasser-Gefahrenkarten als integrierenden Bestandteil aller Bereiche des Hochwasserschutzes. In einigen Bundesländern sind bereits Hochwasser-Gefahrenkarten und Richtlinien zu deren Erstellung entwickelt worden (MUNLV 2003, MUV 2003, 2005).

Als eine von drei miteinander verbundenen Maßnahmen zur Umsetzung des europäischen Hochwasseraktionsprogramms hat die EU-Kommission am 18.01.2006 den Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Hochwasser veröffentlicht. Wesentliche Instrumente dieses Richtlinienentwurfes sind die Erstellung von Hochwasser-Risikokarten und Hochwasser-Risikomanagementplänen.

In diesem Rahmen empfiehlt die Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser das im Folgenden dargestellte Vorgehen bei der Erstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten.

2 Begriffsdefinitionen

Die vorliegenden Empfehlungen enthalten Hinweise zur Erstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten und Hochwasser-Gefahrenzonenkarten. Es existieren weitere Kartentypen wie z. B. Gefahrenhinweiskarten und Hochwasser-Risikokarten. Diese werden im Glossar erläutert.

- **Hochwasser-Gefahrenkarten** stellen die Gefährdung durch ein Hochwasserereignis als Zusammenwirken von Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität dar. Hochwasser-Gefahrenkarten sollen für alle Gebiete erstellt werden, bei denen durch Hochwasser größere Schäden zu erwarten sind.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird durch die Jährlichkeit des Ereignisses wiedergegeben. Als Merkmal der Intensität wird in der Regel die Wassertiefe verwendet, aber auch die Darstellung anderer Intensitäten wie z. B. der Fließgeschwindigkeit ist möglich.

- **Hochwasser-Gefahrenzonenkarten** entstehen aus der fachspezifischen Interpretation der Hochwasser-Gefahrenkarten. Hochwasser-Gefahrenzonenkarten dienen beispielsweise als Instrument zur Übersetzung der wasserwirtschaftlichen Fachinformation in eine raumordnerische Information. Sie sollen erforderlichen Falls erstellt werden und zeigen in Abhängigkeit von Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität Gefahrenzonen. Hierbei wird

in der Regel in vier Zonen mit der Abstufung erhebliche, mittlere, geringe und Rest-Gefährdung unterschieden.

Eine ausführliche Erläuterung der Kartentypen befindet sich in Kapitel 4.

3 Potentielle Nutzer von Hochwasser-Gefahrenkarten

Bei der Bewältigung der Folgen von extremen Hochwasserereignissen hat sich das solidarische Zusammenwirken verschiedener Fachdisziplinen bewährt. In gleicher Weise ist eine solche Zusammenarbeit bei Planung und Vorsorge wie z.B. der Erstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten zu empfehlen. Folgende Merkmale eines typischen Mehrzweckprojektes werden dabei erfüllt:

- Alle beteiligten Nutzer profitieren von der Erstellung der Hochwasser-Gefahrenkarten.
- Die beteiligten Nutzer stellen gemeinsam die vielfältigen Datengrundlagen, das Fachwissen und ihre Erfahrung zur Erstellung der Hochwasser-Gefahrenkarten zur Verfügung.
- Alle Nutzer sind gleichermaßen an der Akzeptanz der Hochwasser-Gefahrenkarten als Instrument zur Schadensminderung interessiert.

Es ist ratsam, bei der Erstellung die Anforderungen aller Nutzer zu berücksichtigen.

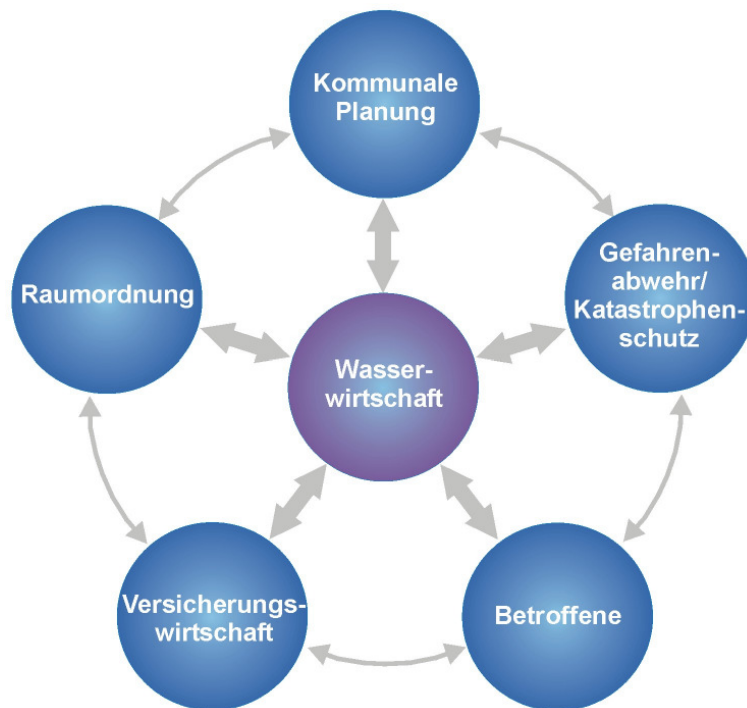


Abbildung 1: Nutzer der Hochwassergefahrenkarten

Die in Abbildung 1 dargestellten Nutzer der Hochwassergefahrenkarten sind:

- Wasserwirtschaft,
- Raumordnung,
- Kommunale Planung,
- Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz,
- Versicherungswirtschaft und
- Betroffene.

3.1 Wasserwirtschaft

Hochwasser-Gefahrenkarten dienen den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Bundesländer zu unterschiedlichen Zwecken. Sie können verwendet werden als

- Grundlage für Hochwasserschutzkonzeptionen und Handlungsprioritäten beim Hochwasserschutz,
- Planungsgrundlage für die Reaktivierung von Retentionsräumen,
- Grundlage zur Stellungnahme für Träger öffentlicher Belange,
- Grundlage für Regelungen zum Umgang mit Wasser gefährdenden Stoffen durch die Darstellung von Gefährdungsbereichen,
- Grundlage für die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten.

3.2 Raumordnung

Aufgabe der Raumordnung (Landesplanung und Regionalplanung) ist die Koordination der unterschiedlichen Anforderungen und Nutzungen an den Raum. Die Hochwassergefahr ist eine naturgegebene Anforderung an den Raum und muss im Rahmen des Ausgleichs der auftretenden Nutzungskonflikte im Sinne einer sicheren und ausgewogenen Siedlungs- und Freiraumstruktur berücksichtigt werden.

Die Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO 2000) verabschiedete am 14. Juni 2000 die „Handlungsempfehlungen zum vorbeugenden Hochwasserschutz“ für die Umsetzung in Raumordnungsplänen (MKRO 2000). Darin legten die Länder einvernehmlich für das hochwasserbezogene Flächenmanagement folgende Ziele fest:

- Sicherung und Rückgewinnung von natürlichen Überschwemmungsflächen,
- Risikovorsorge in Überschwemmungsgebieten und überschwemmungsgefährdeten Gebieten,
- Rückhaltung des Wassers in der Fläche im Einzugsgebiet.

Weiterhin wird ausgeführt, dass die frühzeitige Sicherung von hochwasserrelevanten Flächen vor allem durch die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten gemäß § 7 Abs. 4 Raumordnungsgesetz (ROG) sachgerecht erfüllt werden kann.

Voraussetzung für eine umfassende, nachvollziehbare und von den Beteiligten akzeptierte Abwägung aller raumbedeutsamen Nutzungsansprüche unter besonderer Berücksichtigung des vorbeugenden Hochwasserschutzes, ist die genaue Kenntnis der Hochwassersituation. Daher können Hochwasser-Gefahrenkarten für die Raumordnung eine wichtige Informationsquelle zur Ableitung regionalspezifischer Ziele, Grundsätze und Hinweise für eine sichere räumliche Entwicklung sein.

Die Handlungsempfehlungen der MKRO fordern die Träger der Landes- und Regionalplanung dazu auf, den in § 2 Nr. 8 Satz 6 ROG aufgeführten Grundsatz des vorbeugenden Hochwasserschutzes aufzugreifen und in den Raumordnungsplänen als Ziel oder Grundsatz zu konkretisieren. Dazu schlägt die MKRO die Abgrenzung folgender Gebiete vor:

- Als **Vorranggebiete** zum vorsorgenden Hochwasserschutz sollen u. a. solche Gebiete festgelegt werden, in denen eine Gefahr für Leib und Leben besteht oder die Gefahrenlage im Siedlungsbereich baulich nicht mit vertretbarem Aufwand beherrschbar ist. In diesen Gebieten sollen alle anderen nicht hochwasserkompatiblen Nutzungen ausgeschlossen werden. Es ist zu verhindern, dass durch weitere Siedlungs- und Gewerbetätigkeit Schadenspotenziale erhöht werden.
- Als **Vorbehaltsgebiete** sollen Gebiete, in denen hohe bis geringe Gefahren bestehen und in denen durch bauliche oder planerische Vorkehrungen das Schadenspotenzial gemindert werden soll sowie bestehende Siedlungsgebiete in stark gefährdeten Bereichen festgelegt werden. In der Folge dieser Festlegungen sind die bekannten Hochwassergefahren bei der Planung und dem Bau in diesen Gebieten zu berücksichtigen und entsprechende Nachweise über Vorsorgemaßnahmen zu führen.

Die Handlungsempfehlungen der MKRO überlassen es den Regelungen der Bundesländer die Bestimmung und die fachliche Bewertung der Begriffe „Hohe Gefahr“, „Gefahr für Leib und Leben“ sowie „beherrschbar“ bzw. „nicht beherrschbar“ vorzunehmen. Hier ist insbesondere die Schnittstelle zur Hochwasser-Gefahrenzonenkarte zu erkennen.

Damit die raumordnerischen Instrumente angewendet werden können, stellen die Hochwasser-Gefahrenkarten die physikalischen Informationen:

- **Intensitäten:** beispielsweise Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit.
und
- **Wahrscheinlichkeit:** Wiederkehrintervall/ Häufigkeit der Hochwassers
zur Verfügung.

Nach der fachlichen Bewertung gibt die Hochwasser-Gefahrenzonenkarte (vgl. Kap.4.2) einen ersten Hinweis für die Abgrenzung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten. Zielmaßstab der Raumordnung für die Darstellung in Karten ist 1:50.000 bis 1:100.000.

3.3 Kommunale Planung

Aufgabe der kommunalen Planung ist es, die Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde vorzubereiten und zu leiten (§1 BauGB). Die Gemeinden sind als Träger der Bauleitplanung nach dem Baugesetzbuch (BauGB) berechtigt und verpflichtet, folgende Bauleitpläne aufzustellen:

- Den **Flächennutzungsplan**, der das gesamte Gemeindegebiet umfasst, für den Bürger aber noch keine verbindlichen Festsetzungen trifft (vorbereitender Bauleitplan nach § 5 BauGB). die Grundstücke bebaut werden können.
- Den **Bebauungsplan**, der aus dem Flächennutzungsplan entwickelt wird und sich auf Teile des Gemeindegebiets beschränkt. Er enthält für die Bürger und die Baubehörde verbindliche Festsetzungen (verbindlicher Bauleitplan nach § 8 BauGB) und regelt, wie die Grundstücke bebaut werden können.

Nach §5 Abs. 4a BauGB sind festgesetzte Überschwemmungsgebiete nachrichtlich in Flächennutzungs- und Bebauungspläne zu übernehmen. Noch nicht festgesetzte Überschwemmungsgebiete sowie überschwemmungsgefährdete Gebiete sind in diesen Plänen zu vermerken.

Durch die Landes- und Regionalplanung erhalten die Träger der Bauleitplanung wichtige Vorgaben für eine geordnete Siedlungsentwicklung. Die Hochwasser-Gefahrenkarten können weitere ergänzende Informationen liefern. Durch die Darstellung der Wassertiefen sollen hochwasserangepasstes Bauen und eine hochwasserangepasste bauliche Nutzung initiiert werden. Dadurch kann ein bedeutender Beitrag zur Schadensbegrenzung im Hochwasserfall erreicht werden, da im Bebauungsplan geeignete Festsetzungen z. B. von Fußbodenhöhen oder Hinweise zur Nutzung von Ölheizungen getroffen werden können.

Die Hochwasser-Gefahrenkarten dienen in der Bauleitplanung als:

- Planungsgrundlage zur geordneten Siedlungsentwicklung;
- Planungsgrundlage für das Flächenmanagement;
- Planungsgrundlage für die Bauvorsorge.

Eine Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Fachinformationen bei der kommunalen Planung wird empfohlen. Soweit möglich sollten Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Schadensrisiken ergriffen werden.

Die Hochwasser-Gefahrenkarten enthalten die Informationen, die Kommunen und die in den Kommunen Betroffenen (z.B. als Bauherren oder Anwohner) sowie Industrie und Gewerbe in die Lage versetzen

- das eigene Risiko zu erkennen und einzuschätzen,
- Vorsorge für den Hochwasserfall zu treffen und
- im Hochwasserfall zielgerichtet zu handeln.

Zielmaßstab der kommunalen Planung ist 1:1.000 bis 1:25.000.

3.4 Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz

Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz sind im Ereignisfall die Hauptnutzer der Hochwasser-Gefahrenkarten. Nach dem jeweiligen Katastrophenschutzgesetz der Länder haben die Katastrophenschutzbehörden als vorbereitende Maßnahmen Alarm- und Einsatzpläne auszuarbeiten und weiterzuführen. Die Alarm- und Einsatzpläne sind auf Basis der Hochwasser-Gefahrenkarten aufzustellen und zu überprüfen, gegebenenfalls anzupassen und regelmäßig fortzuführen.

Hochwasser-Gefahrenkarten bieten die Informationen über die Ausbreitung und Intensität (Wasserstand und Fließgeschwindigkeit) eines Hochwassers. Maßnahmen- und Einsatzpläne können damit im Vorfeld und im Einsatz zielgerichtet erfolgen. Durch die Verschneidung der Hochwasser-Gefahrenkarten mit weiteren Sachinformationen und durch die anschließende fachspezifische Bewertung können:

- Gefahrenschwerpunkte identifiziert werden,
- der Einsatz vorhandenen Personal- und Materialressourcen optimiert werden,
- Evakuierungswege identifiziert und optimiert werden,
- sowie mögliche Querriegelsysteme/ zweite Hochwasserverteidigungslinien vorgeschlagen werden, um bei Versagen eines Hochwasserschutzabschnittes die Überflutung anderer Abschnitte zu verzögern oder zu verhindern.

Für die regelmäßig durchzuführenden Gefahrenabwehr- und Katastrophenschutzübungen stellen die Hochwasser-Gefahrenkarten die Hochwasserszenarien dar. Weiterhin sind sie die Grundlage zur Durchführung von Übungen.

3.5 Versicherungswirtschaft

Für den Abschluss einer Versicherung gegen Hochwasserschäden ist eine genaue Kenntnis der Hochwassergefährdung als Grundlage für die Prämiengestaltung sinnvoll. Um die Einschätzung der Risiken aus Überschwemmung zu verbessern, hat der Gesamtverband der Versicherungswirtschaft (GdV) daher das Zonierungssystem ZÜRS eingeführt (Falkenhagen 2005). Dieses Zonierungssystem sieht die in Tabelle 1 gezeigten Gefährdungsklassen vor.

Tabelle 1: Gefährdungsklassen des Zonierungssystems der deutschen Versicherungswirtschaft

Gefährdungsklasse	Beschreibung
GK 4	Überschwemmungen statistisch häufiger als einmal in 10 Jahren
GK 3	Überschwemmungen statistisch häufiger als einmal in 50 Jahren , aber seltener als einmal in 10 Jahren
GK 2	Überschwemmungen statistisch häufiger als einmal in 200 Jahren , aber seltener als einmal in 50 Jahren
GK 1	Überschwemmungen statistisch seltener als einmal in 200 Jahren

Durch Hochwasser-Gefahrenkarten kann das Zonierungssystem des GdV verifiziert werden. Darüber hinaus stellt die Angabe von Intensitäten in Gefahrenkarten ein erhebliches Verbesserungspotential im Vergleich zur derzeitigen einfachen Zonierung dar.

3.6 Betroffene

Die Kenntnis über die bestehende Hochwassergefahr ist zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen einer zielgerichteten Hochwasservorsorge und zur Information der Bevölkerung sowie Industrie und Gewerbe unerlässlich.

Hochwasser-Gefahrenkarten verbessern bei geeigneter Veröffentlichung das Wissen um die Hochwassergefahr deutlich. Die Betroffenen (z.B. als Bauherren oder Anwohner) sowie Entscheidungsträger aus Industrie und Gewerbe erhalten durch die Hochwasser-Gefahrenkarten die Informationen, die ihnen ermöglichen Eigenvorsorge bei der Bauplanung und dem Gebäudeschutz, sowie Verhaltens- und Risikovorsorge betreiben zu können. Hochwasser-Gefahrenkarten dienen betroffenen Anwohnern, sowie Industrie und Gewerbe als:

- Grundlage für die Verhaltensvorsorge (Informationswege, Fluchtwege und Räumungen),
- Grundlage für die Bauvorsorge durch angepasste Nutzung und hochwasserangepasste Baumaterialien sowie für die sachgerechte Lagerung wassergefährdender Stoffe,
- Planungsgrundlage für den Gebäudeschutz (z.B. die Abdichtung von Türen und Fenstern).

4 Empfehlungen zu Karteninhalten und Kartentypen

4.1 Hochwasser-Gefahrenkarte

Die Hochwasser-Gefahrenkarte zeigt die physikalischen Grundlagen der Hochwassergefährdung. In den Karten wird die Hochwasser-Gefährdung als das Zusammenwirken von Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität dargestellt.

4.1.1 Eintrittswahrscheinlichkeit des dargestellten Hochwassers

Die Eintrittswahrscheinlichkeit des dargestellten Hochwassers muss auf Grundlage der örtlichen Gegebenheiten festgelegt werden. Je nach Kartennutzer ergeben sich unterschiedliche Anforderungen.

Aufgrund der häufigen Wahl als Bemessungsziel und der Praxis bei der Ermittlung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten ist mindestens das 100-jährliche Hochwasserereignis zu wählen. Sind gefährliche Situationen bei häufig auftretenden Ereignissen zu erwarten, können Hochwasserereignisse kleiner HQ_{100} , beispielsweise das HQ_{20} oder HQ_{50} für die Darstellung gewählt werden (siehe auch Abschnitt 6.1.1). Um die Gefährdung durch seltene Ereignisse zu verdeutlichen, wird empfohlen, auch ein extremes Hochwasserereignis mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von einmal in 200 bis einmal in 1.000 Jahren darzustellen.

Im Allgemeinen sollte auf Karten, die bei der Hochwasserabwehr verwendet werden sollen, nur eine Eintrittswahrscheinlichkeit flächig abgebildet sein. Die Darstellung der Überschwemmungsflächen für mehrere Eintrittswahrscheinlichkeiten (Zonierung) in einer Karte ist für andere Einsatzzwecke möglich.

4.1.2 Intensität eines Hochwassers

Die Wassertiefe ist die Hochwassereigenschaft, die den größten Einfluss auf den Hochwasserschaden hat. Sie wird daher in allen Kartenwerken über Hochwassergefahren in unterschiedlicher Klassifizierung gezeigt. Eine Empfehlung zur Vereinheitlichung der Klassifizierung enthält Abbildung 8 in Abschnitt 7.2.1.

Ein weiterer wichtiger Parameter für die Hochwasserintensität ist die Fließgeschwindigkeit. Besonders in stärker geneigtem Gelände treten bei Hochwasser hohe Fließgeschwindigkeiten auf, die zu dramatischen Schäden an Gebäuden und Infrastruktur führen können. Die Gefährdung von Personen steigt ebenfalls mit der Fließgeschwindigkeit. Bereits ab Geschwindigkeiten von 0,5 m/s und entsprechenden Wassertiefen muss damit gerechnet werden, dass Personen in Lebensgefahr geraten.

In der Schweiz wird das Produkt aus Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe als Maß für die Intensität der Hochwassergefährdung in stärker geneigtem Gelände verwendet, in schwach geneigtem Gelände genügt die Wassertiefe (BWW 1997).

Weitere Parameter für die Hochwasserintensität sind die Dauer der Überschwemmung und die Anstiegsgeschwindigkeit. Von der Dauer hoher Wasserstände ist das Versagen von Deichen abhängig. Die Anstiegsgeschwindigkeit bestimmt die für Verteidigungsmaßnahmen zur Verfügung stehende Zeit.

Es wird empfohlen, je Hochwasser-Gefahrenkarte nur einen Parameter der Intensität, in der Regel die Wassertiefe, darzustellen. Andernfalls erfolgt leicht eine Überfrachtung mit Information, die die Nutzung der Karten erschwert.

4.1.3 Weitere Inhalte der Hochwasser-Gefahrenkarte

Neben den Eigenschaften des Hochwassers können zusätzliche Gefahrenschwerpunkte (Hot Spots) und die für die Hochwasserabwehr wichtigen Informationen dargestellt werden. In Anlehnung an den Leitfaden des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV 2003) sind diese in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Gefahrenschwerpunkte und für die Hochwasserabwehr wichtige Informationen

Gefahrenschwerpunkte	Brücken
	Durchlässe und Verrohrungen
	Wehre und Flutpolder
	Rückhaltebecken und Talsperren
Wichtige Informationen	Gewässer mit Stationierung und Fließrichtung
	Straßennetz
	Topographischer Hintergrund (siehe Kap. 7.2.3)
	Gitter im jeweiligen benötigten Koordinatensystem
	Pegel an Gewässern, Hilfspegel und Hochwassermarken

Für den Katastrophenschutz können weitere Merkmale, wie z.B. die Lage von Krankenhäusern, Industrieanlagen sowie Ver- und Entsorgungseinrichtungen, hinzukommen.

4.2 Hochwasser-Gefahrenzonenkarte

Die Hochwasser-Gefahrenzonenkarte stellt in Abhängigkeit von Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität Gefahrenstufen räumlich dar. Mit Hilfe des als Abbildung 2 gezeigten Wahrscheinlichkeits-Intensitäts-Diagramms werden die Zonen

- Erhebliche Gefährdung (rot),
- Mittlere Gefährdung (blau),
- Geringe Gefährdung (gelb) und
- Restgefährdung (gelb-weiß schraffiert)

gebildet. Die Bildung der Gefahrenstufen folgt beispielsweise in den Feldern 2, 4 und 6 nicht den Klassengrenzen des Wahrscheinlichkeits-Intensitäts-Diagramms, sondern schneidet diese diagonal. Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass die Zuweisung zu einer Gefahrenstufe ein fachspezifischer Abwägungsprozess ist, der unter Umständen in einfachen Zonierungsansätzen nicht möglich ist.

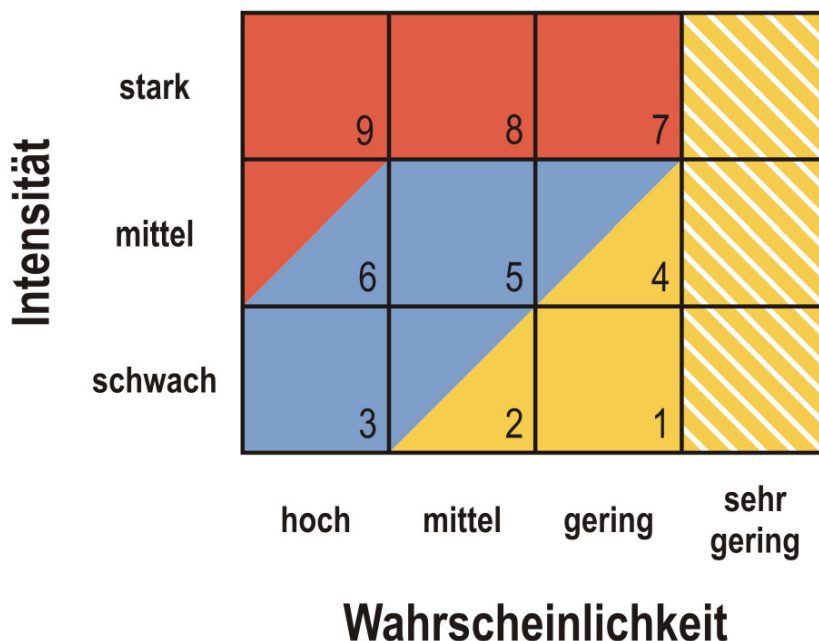


Abbildung 2: Wahrscheinlichkeits- Intensitäts-Diagramm (Gefahrenstufendiagramm)

4.2.1 Klassifizierung der Intensität

Die im Nachfolgenden beschriebenen Klassifizierungen zur Zonenbildung sind Vorschläge, die nutzerspezifisch angepasst werden können. Es wird empfohlen, die Intensität (Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, usw.) in drei Stufen zu klassifizieren:

- **Starke Intensität.** Zum Beispiel: Menschen und Tiere sind innerhalb von Gebäuden gefährdet; mit erheblichen Schäden an Gebäuden bis zu plötzlichen Gebäudezerstörungen ist zu rechnen.
- **Mittlere Intensität.** Zum Beispiel: Menschen und Tiere sind außerhalb von Gebäuden stark, innerhalb von Gebäuden jedoch kaum gefährdet; mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen.
- **Schwache Intensität.** Zum Beispiel: Menschen und Tiere sind innerhalb und außerhalb von Gebäuden kaum gefährdet; mit Sachschäden in Gebäuden (beispielsweise Kellerräumen) muss gerechnet werden.

Diese qualitative Klassifizierung wird durch die in Tabelle 3 gezeigte physikalische Klassifizierung untersetzt. Die gezeigten Grenzen müssen von den jeweiligen Nutzern der Hochwasser-Gefahrenzonenkarte fachlich überdacht und ggf. angepasst werden.

Tabelle 3: Beispielhafte Klassifizierung der Intensität

	im Flachland	in steilen Lagen	
Intensität	Wassertiefe h	Fließgeschwindigkeit v	Produkt v*h
Stark	>2,0 m	> 2 m/s	> 2 m ² /s
Mittel	0,5 bis 2,0 m	0,5 bis 2,0 m/s	0,5 bis 2,0 m ² /s
schwach	< 0,5 m	< 0,5 m/s	< 0,5 m ² /s

4.2.2 Klassifizierung der Wahrscheinlichkeit

Ebenso wie für die Intensität wird auch für die Wahrscheinlichkeit eine Klassenbildung gewählt. In der Fachdiskussion erscheinen folgende Klassengrenzen sinnvoll:

- Ereignisse mit einer Jährlichkeit bis zu 20 Jahren werden einer Klasse mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit zugeordnet.
- Jährlichkeiten von 20 bis 100 Jahre fallen in die Klasse mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit.
- In die Klasse geringer Eintrittswahrscheinlichkeit werden Ereignisse mit Jährlichkeiten seltener als 100 Jahre zusammengefasst.
- Jährlichkeiten seltener als 200 Jahre können der Restgefährdung zugeordnet werden.

5 Vorgehensweise der Bundesländer – Bestandsaufnahme

Vier Bundesländer haben bisher bereits an der Erstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten gearbeitet. Die Vorgehensweise in diesen Ländern wird hier kurz dargestellt.

5.1 Nordrhein-Westfalen

Hochwasser-Gefahrenkarten sollen in Nordrhein-Westfalen nahezu flächendeckend für alle Gewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² erstellt werden. Damit die Hochwasser-Gefahrenkarten landesweit einen einheitlichen Standard aufweisen, hat das MUNLV 2003 einen „Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten“ veröffentlicht (MUNLV 2003).

Die Hochwassergefahrenkarten basieren auf den Überschwemmungsgebieten für 100-jährliche Abflüsse. Darüber hinaus werden die Jährlichkeit des bordvollen Abflusses und die Überschwemmungsbereiche für ein HQ₁₀ bis HQ₅₀ – je nach Beginn der schadhafte Ausuferung in den Ortslagen – sowie für ein HQ_{Extrem}, das im Bereich eines 300-jährlichen Abflusses liegt, in die Karten eingetragen. Dargestellt werden auch die Wassertiefen in den Überschwemmungsgebieten, die Fließgeschwindigkeiten und die Fließzeiten in den Gewässern, sowie besondere Gefahrenschwerpunkte wie Wehre, Brücken, Engpässe etc.

Besondere Vorschriften für die Veröffentlichung von Hochwasser-Gefahrenkarten bestehen in Nordrhein-Westfalen nicht.

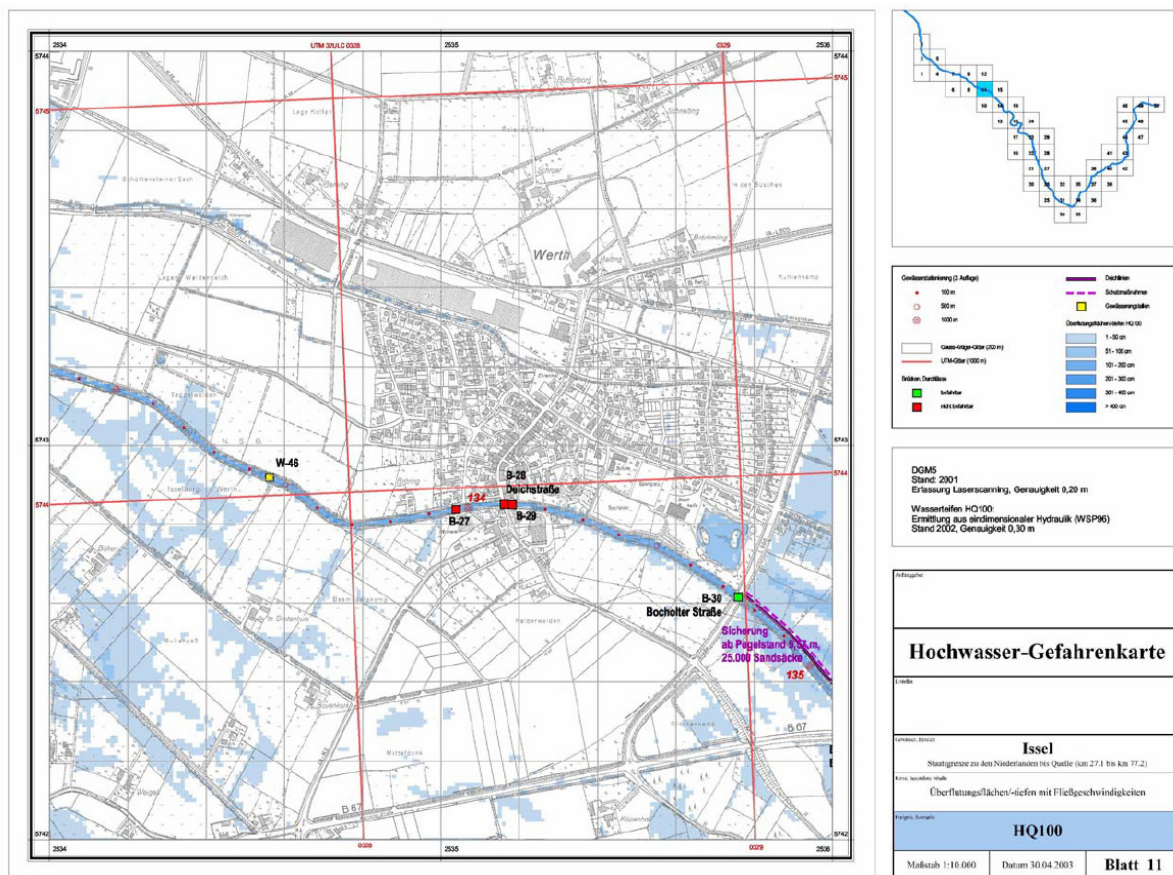


Abbildung 3: Hochwasser-Gefahrenkarte Issel, Nordrhein-Westfalen (MUNLV 2003)

5.2 Baden-Württemberg

Eine landesweite flächendeckende Bereitstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten für alle Gewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² soll bis zum Jahr 2010 in Baden-Württemberg abgeschlossen sein. Die Karten dienen in erster Linie der Aufklärung der Bevölkerung und der Darstellung der durch Gesetz festgesetzten Überschwemmungsgebiete; des Weiteren als Grundlage für die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten bei der Überprüfung und Fortschreibung der Regionalpläne (MUV 2003, 2005).

Die Karten werden in einem Gemeinschaftsprojekt von Kommunen und Land erstellt und durch die Landesanstalt für Umweltschutz im Rahmen eines landesweiten wasserwirtschaftlichen Datenbanksystems den Anwendern zur Verfügung gestellt. Für Baden-Württemberg wurden zwei Standarddarstellungen festgelegt. Der Typ 1 zeigt in offenen Systemen für das 100-jährliche Ereignis Wassertiefen in 50-cm-Schritten. Für geschlossene Systeme wird der Zustand nach Überschreiten des Bemessungshochwassers dargestellt. Die Abgrenzung der Überschwemmungsfläche eines Extremhochwassers (HQ₁₀₀₀) erfolgt zusätzlich in Linienform. Im Typ 2 werden die Überschwemmungsflächen für Ereignisse mit den Jährlichkeiten 10, 50, 100 sowie für das extreme Ereignis flächenhaft in einer Karte dargestellt. Diese Darstellung wird auch für die Auslegung der Überschwemmungsgebiete verwendet.

Die Veröffentlichung der Hochwasser-Gefahrenkarten ist durch den §77 des Baden-Württembergischen Wassergesetzes vorgeschrieben. Danach sind die Karten durch öffentliche Auslegung bekannt zu machen. Auf die Auslegung ist hinzuweisen. Für die Öffentlichkeit wird darüber hinaus im Internet unter www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de ein Webdienst zum Abrufen der fertig gestellten Standardkarten angeboten (Reich 2005).

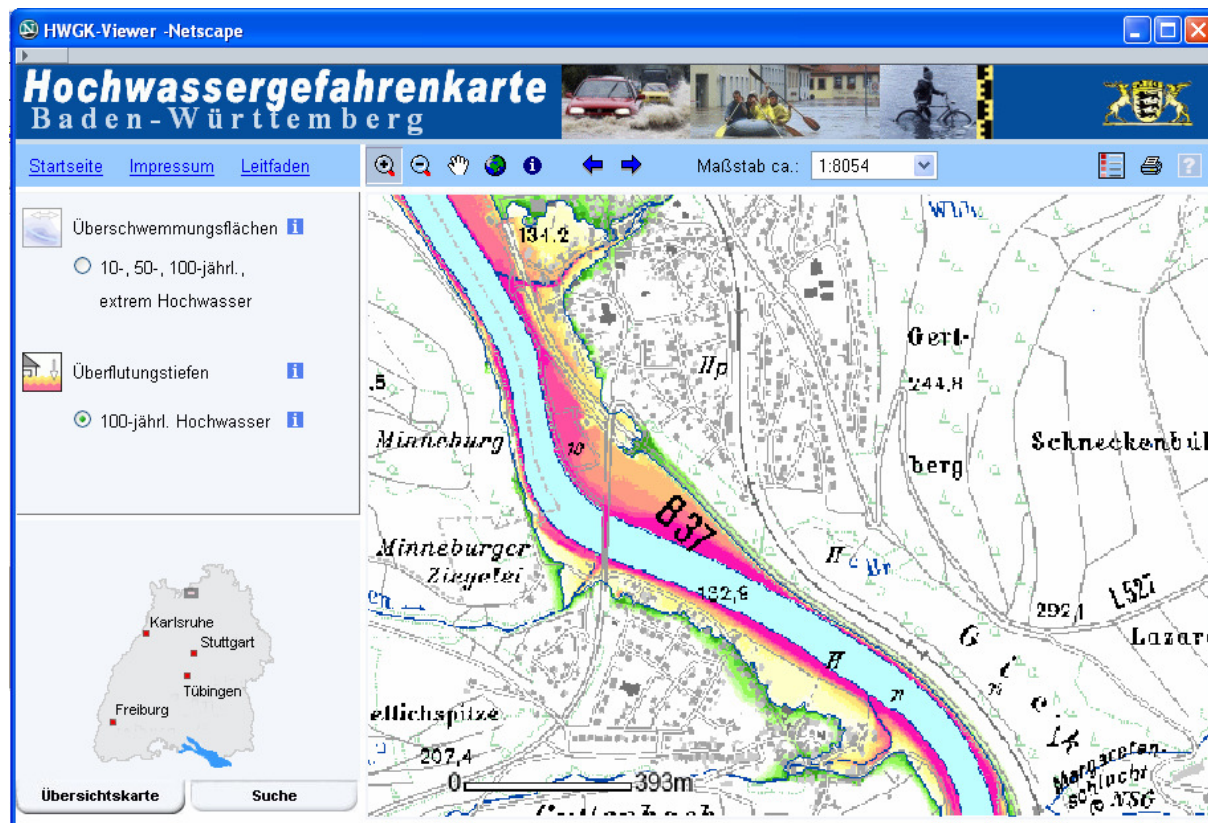


Abbildung 4: Web-basierte Hochwasser-Gefahrenkarte Typ 1, Neckar, Baden-Württemberg (<http://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de/>)

5.3 Sachsen

Für den Freistaat Sachsen wurde eine Gefahrenhinweiskarte im Übersichtsmaßstab erarbeitet, welche an den wichtigsten Flüssen die Gefährdung durch Überflutung anhand der Intensitäten Wassertiefe oder spezifischer Abfluss bei einem HQ_{Extrem} sowie die Fläche eines HQ_{100} darstellt. Die Modellierung der Überschwemmungsflächen erfolgte ohne die Beachtung von Schutzeinrichtungen, um überschwemmungsgefährdete Gebiete bzw. den potenziellen Überflutungsbereich zu ermitteln. Neben den potenziellen Überflutungsbereichen wurden auch die potenziellen Schäden bei einem Extremhochwasser ermittelt. Die Ergebnisse aus der Gefahrenhinweiskarte werden auf regionalplanerischer und landesplanerischer Ebene genutzt. Sie dienen dazu, Gefährdungen und bestehende Konflikte aufzuzeigen um weitergehende und genauere Betrachtungen durchzuführen (Gefahrenkarten) und sollen die Bevölkerung in den gefährdeten Gebieten sensibilisieren.

Unter Berücksichtigung dieser Vorarbeiten und im Rahmen der nach dem Hochwasserereignis im August 2002 erarbeiteten Hochwasserschutzkonzepte werden im Freistaat Sachsen Hochwasser-Gefahrenkarten erstellt. Das Bearbeitungsgebiet umfasst alle durch Hochwasser gefährdeten Gebiete an Gewässern erster Ordnung mit räumlich zusammenhängender höherwertiger Nutzung (Siedlung, Gewerbe, Industrie). Die Erstellung und Veröffentlichung der Karten ist im novellierten Sächsischen Wassergesetz festgelegt (Elze 2005).

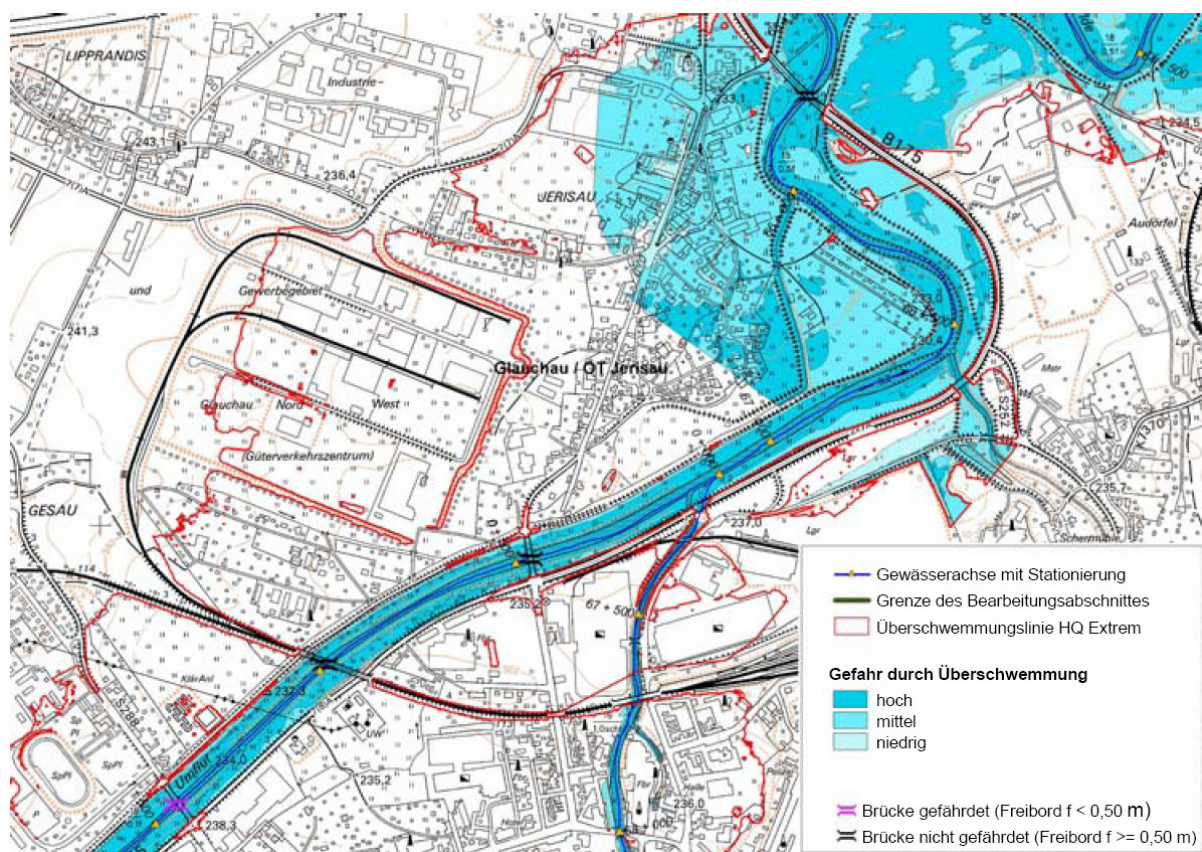


Abbildung 5: Hochwasser-Gefahrenkarte Mulde, Sachsen

Auf den Karten wird die Intensität der Überschwemmung bei verschiedenen Hochwasserereignissen mit 20-, 50-, 100- und 200- bzw. 300-jährlichem Wiederkehrintervall abgebildet. Darüber hinaus wird ein extremes Ereignis betrachtet, das eine Jährlichkeit bis zu HQ_{500} haben kann oder als 1,5- bis 2-faches des HQ_{100} ermittelt wird. Für das extreme Ereignis wird von einem Versagen der Schutzeinrichtungen ausgegangen. Die Einflüsse aus Ge-

schiebebewegung und Treibguttransport auf die Wasserstände werden bei der hydraulischen Modellierung berücksichtigt.

In einer Pilotphase wurden für Sachsen zwei Kartenvarianten getestet. Die Hochwasser-Gefahrenzonenkarte wurde nach der Pilotphase verworfen, da die Gefahrenzonen in Sachsen keine rechtliche Bindung haben. Um die Nutzbarkeit für den operativen Einsatz zu optimieren, wurde die Hochwasser-Gefahrenkarte gewählt. Jedes Ereignis wird auf einem getrennten Blatt dargestellt, das Extremereignis ist auf jeder Karte linienförmig dargestellt. Auf den Karten werden Intensitäten in einer dreistufigen Klassifizierung entsprechend Tabelle 3 in Abschnitt 4.2.1 dargestellt, wobei sich die Zuordnung zur Intensitätsklasse aus dem jeweils größeren Wert aus Wassertiefe oder spezifischem Durchfluss (Produkt $v \cdot h$) ergibt.

Die Gefahrenkarten werden den Gemeinden und Landratsämtern zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung der Hochwasser-Gefahrenkarten ist durch den §99b des Sächsischen Wassergesetzes vorgeschrieben. Danach sind die Karten in den Gemeinden öffentlich bekannt zu machen und an geeigneter Stelle öffentlich und auf Dauer auszuhängen.

5.4 Rheinland-Pfalz / Luxemburg

Im Rahmen des INTERREG IIC Programms IRMA wurden von Luxemburg und Rheinland-Pfalz Hochwasser-Gefahrenkarten für die Mosel und ihre Nebenflüsse im „Grenzüberschreitenden Atlas der Überschwemmungsgebiete im Einzugsgebiet der Mosel“ erarbeitet.

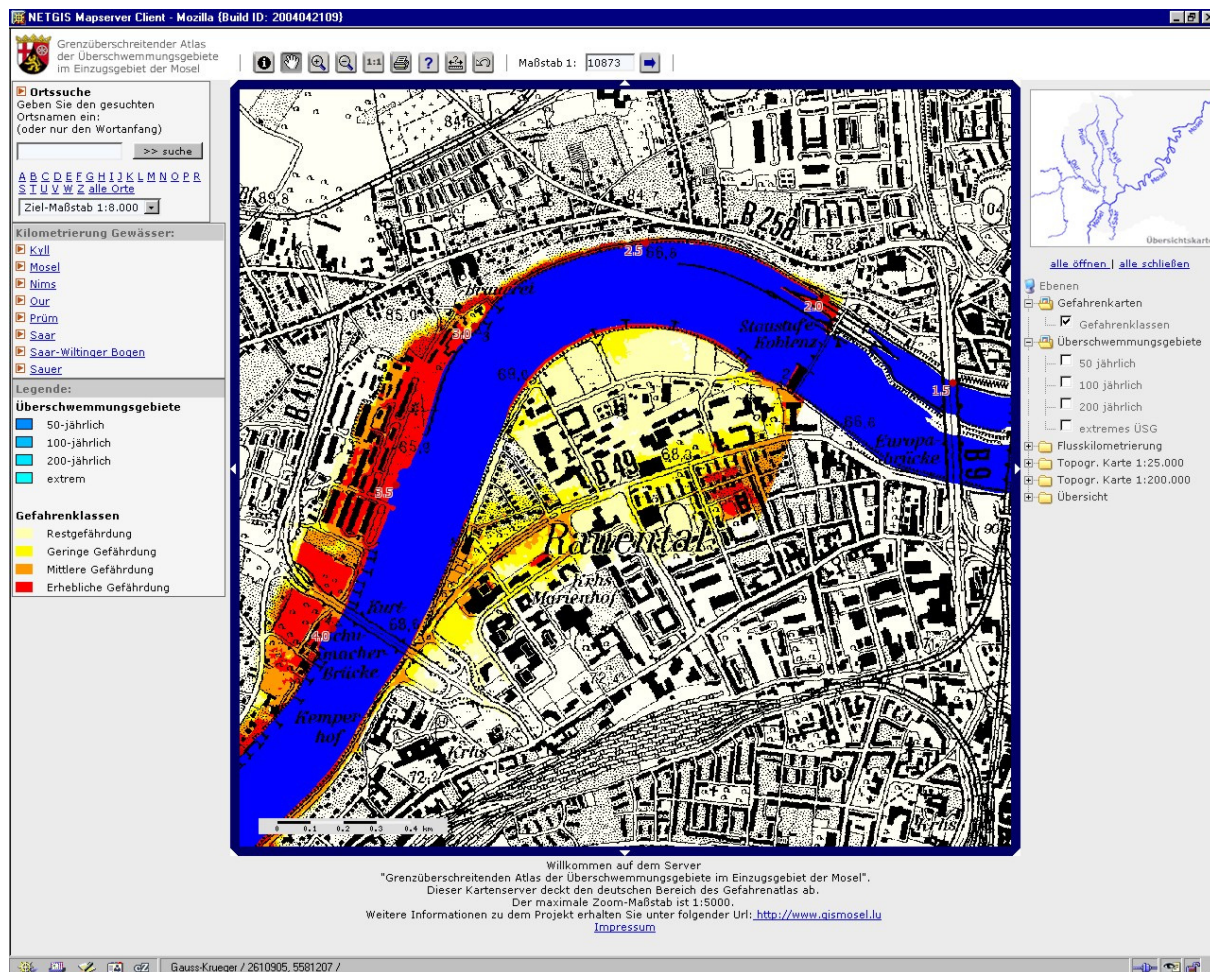


Abbildung 6: Web-basierte Hochwasser-Gefahrenzonenkarte Mosel, Rheinland-Pfalz (<http://www.gefahrenatlas-mosel.de/>)

Dieser Atlas ist im Internet unter www. Gefahrenatlas-mosel.de öffentlich zugänglich. Im INTERREG III B- Projekt TIMIS sollen die Gefahrenkarten flächendeckend erweitert und eine Internet-Plattform zur Verbreitung der Informationen entwickelt werden (Worreschk 2005).

Im Atlas werden Überschwemmungsgebiete für die Jährlichkeiten 50, 100, 200, sowie für ein extremes Ereignis gezeigt. Darüber hinaus werden Gefahrenzonen dargestellt, die aus einer Gefahrenmatrix abgeleitet werden. In dieser wird den zuvor genannten Eintrittswahrscheinlichkeiten das Produkt aus Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit gegenüber gestellt. Die Gefahrenklassen werden rechnerisch ermittelt und dargestellt. Damit wird ein Hinweis auf die Hochwassergefährdung in den Stufen erhebliche, mittlere, geringe und Rest-Gefährdung gegeben.

5.5 Synopse

Die nachfolgende Tabelle 4 stellt charakteristische Merkmale der Hochwasser-Gefahrenkarten aus den oben aufgeführten Bundesländern für einen Vergleich zusammen.

Tabelle 4: Vergleich der Vorgehensweise in den Bundesländern

Land	Gefahrenzonen	Wassertiefen	Fließgeschwindigkeit	Jährlichkeiten
Nordrhein-Westfalen	nein	ja	ja	10-50, 100, Extrem
Baden-Württemberg	nein	ja	nein	10, 50, 100, Extrem
Sachsen	nein	ja	Nein/ teilweise spezifischer Durchfluss	20, 50, 100, 200, Extrem
Rheinland-Pfalz	vereinfacht	teilweise	Nein/ teilweise	50, 100, 200, Extrem

Zusammenfassend kann zur Vorgehensweise in den vier aufgeführten Bundesländern festgestellt werden, dass nur Rheinland-Pfalz eine Darstellung von Gefahrenzonen flächendeckend durchführt. Die Wassertiefe wird in unterschiedlicher Klassifizierung, die Fließgeschwindigkeit lediglich in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz kartiert. Alle Länder schreiben die Darstellung des 100-jährlichen Hochwasserereignisses und seltenerer Ereignisse vor. Als extreme Ereignisse werden Ereignisse mit Eintrittswahrscheinlichkeiten seltener als einmal in 200 Jahren bezeichnet. Häufigere Ereignisse, von HQ_{10} bis HQ_{50} , werden in allen vier Ländern in die Gefahrenkarten aufgenommen. Nordrhein-Westfalen macht die darzustellende Eintrittswahrscheinlichkeit vom Beginn der schadhaften Ausuferung in den Ortslagen abhängig.

Die Veröffentlichung von Hochwasser-Gefahrenkarten ist in Sachsen und in Baden-Württemberg gesetzlich vorgeschrieben. Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz veröffentlichen die Karten im Internet und in gedruckter Form. In Rheinland-Pfalz erfolgt die Internet-Präsentation ohne Darstellung von Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen. In Baden-Württemberg entwickelt die Hochwasser-Gefahrenkarte eine rechtlich bindende Wirkung, da die dargestellte Überschwemmungsfläche bei HQ_{100} durch die Veröffentlichung der Karte zum festgesetzten Überschwemmungsgebiet wird.

6 Anforderungen und Bestimmungsgrößen

6.1 Voraussetzungen zur Erstellung von Karten

Die Erstellung von Karten zur Darstellung von Hochwassergefahren setzt einerseits technisch-fachliche und andererseits organisatorische Rahmenbedingungen voraus. Der technisch-fachliche Bereich umfasst die Erzeugung und Zusammenstellung von Grundlagendaten. Diese sind im wesentlichen Berechnungen und Datenanalysen in den Bereichen Hydrologie und Fließgewässerhydraulik und damit einher gehend Topographie. Der organisatorische Rahmen umfasst die Bereiche Projektmanagement und Kapazitäten.

6.1.1 Hydrologie

Die Zielsetzung der Hydrologie in diesem Zusammenhang ist es, an einem Fließgewässer, für welches Hochwassergefahren dargestellt werden sollen, Hochwasserabflüsse zu ermitteln und diese im Hinblick auf Ihre Eintrittswahrscheinlichkeit einzuordnen. Je nach Datenlage kommt eine Abflussermittlung auf der Basis von Pegelstatistik/ Spendenansatz oder ein Regionalisierungsansatz in Frage. Aufgrund der in den letzten Jahren verbesserten Verfügbarkeit von digitalen Grundlagendaten für die Hydrologie kommen für diesen Zweck vermehrt Niederschlag-Abfluss-Modelle zum Einsatz. Dabei kann je nach Daten- und Modellverfügbarkeit eine Simulation für ein Einzelereignis/Modellregen oder eine Langzeitsimulation mit nachgeschalteter Extremwertstatistik durchgeführt werden.

Bei der Auswahl der für die Darstellung zugrunde zu legenden Eintrittswahrscheinlichkeiten ist zum einen die Abflusssituation zu wählen, bei der es zu ersten signifikanten Überflutungen kommt. Weiterhin ist das für das Gebiet gültige bzw. übliche Bemessungshochwasser zu wählen. In den meisten Fällen handelt es sich hierbei um das HQ_{100} , oft müssen aber auch die örtlichen Randbedingungen beachtet werden. Soweit erforderlich ist ein weiterer extremer Abfluss, der größer ist als das Bemessungshochwasser, zu ermitteln bzw. festzulegen.

6.1.2 Fließgewässerhydraulik

Die Hydraulik dient der Berechnung von Wasserspiegellagen und Ausuferungen für die mittels hydrologischer Berechnungen ermittelten Abflüsse. Je nach Gebietsstruktur und Fließgewässertyp kommen hierfür verschiedene Modellarten in Frage. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zur Festlegung der anzuwendenden Modellart ist die Talcharakteristik, d.h. die Kategorie des Fließgewässers im Hinblick auf Talgefälle und -breite. Im Wesentlichen kann hier zwischen Fließgewässern im Gebirge, Mittelgebirge, Flachland sowie tidebeeinflussten Ästuaren unterschieden werden. Ein weiteres Merkmal ist, ob es sich um ein offenes System ohne Schutzeinrichtungen oder um ein geschlossenes System hinter Schutzeinrichtungen handelt.

Die zur hydraulischen Simulation von Hochwassern verwendeten Modelle können einerseits in eindimensionale und mehrdimensionale und andererseits in stationäre und instationäre Modelle eingeteilt werden. Weitere Unterscheidungsmerkmale sind eher zweitrangig und sollen in diesem Rahmen nicht diskutiert werden.

Bei offenen Systemen resultiert die Hochwassergefahr, sofern das Tal schmal und die Fülle der Hochwasserwelle relativ hoch ist, primär aus dem Wasserstand im Fließgewässer.

Je nach Fließgewässergefälle und Geländeneigung spielt auch die Fließgeschwindigkeit eine Rolle. Solche Bedingungen sind vornehmlich im Gebirge und Mittelgebirge vorzufinden. Für solche Fälle kommen eher stationäre 1D-Modelle in Frage. Insbesondere bei größeren Talbreiten und geringeren Talgefällen ist zu prüfen, ob aufgrund der komplexeren Fließcharakteristik – Mäandrierung und ausgeprägte Vorländer mit größerer Variation der Fließgeschwindigkeiten – stationäre oder instationäre 2D-Modelle zu günstigeren Ergebnissen führen. Das Gleiche gilt in Mündungsbereichen größerer Fließgewässer.

6.1.3 Projektmanagement

Die Flussgebietsübergreifende oder gar die landesweite Erstellung von Hochwasser-Gefahrenkarten erfordert ein fachkundiges Projektmanagement. Dieses sollte im Vorfeld des Projektes eingerichtet werden und die Aufgaben der Projektsteuerung und der Qualitätssicherung übernehmen. Dem Projektmanagement sollten angehören: Vertreter der Projektträger und ein beratendes Büro. Es empfiehlt sich, das Projekt Hochwasser-Gefahrenkarten in folgenden Arbeitsschritten zu organisieren und abzuarbeiten:

6.1.3.1 Arbeitsschritt 1: Bestandserfassung / Bedarfsanalyse

- Feststellen der Zuständigkeiten im jeweiligen Einzugsgebiet
- Planung von Maßnahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Öffentlichkeitsarbeit
- Sichten und Auswerten vorhandener Unterlagen

Vorhandenes Datenmaterial wie Gewässernetz, aktuelle Querprofilaten, Flussgebietsuntersuchungen (N-A-Modelle) und Spiegellinienberechnungen sollten, sofern ihre Aktualität und Qualität den Anforderungen genügt, genutzt werden.

- Festlegen der relevanten Gewässerabschnitte

Es ist gewässerspezifisch zu bestimmen für welche Gewässerabschnitte Hochwasser-Gefahrenkarten erstellt werden sollen. Da die Hochwassergefährdung für die Erstellung maßgeblich ist, machen Hochwasser-Gefahrenkarten im Quellbereich wenig Sinn. Der oberste Gewässerkilometer oder die minimale Einzugsgebietsgröße, z.B. 10 km², ist festzulegen.

- Bestimmen des bestehenden Datendefizits.
- Festlegung des Erhebungsumfanges.
- Abschätzen des Aufwandes und der Kosten zur Datenerhebung.
- Dokumentation der erforderlichen Aufgaben.

Diese Dokumentation dient als Teil der Leistungsbeschreibung für die Ausschreibungen der nachfolgenden Arbeitsschritte.

6.1.3.2 Arbeitsschritt 2: Ermittlung der Topographie

- Vermessung
 - Abstimmung zwischen Vermesser und Hydrauliker.

Der Hydrauliker legt entsprechend den Erfordernissen für die hydraulische Berechnung gemeinsam mit dem Vermesser die Anzahl und die Lage der Querprofile fest.

- Vermessung des Gewässerschlauches (Querprofil mit Ufer ohne Vorländer).
- Vermessung der Bauwerke im und am Gewässer.
- Übergabe der Vermessungsdaten an den Hydrauliker.
- Erstellung von Geländemodellen
 - Geländemodelle sind durch fotogrammetrische Auswertung von Luftbildern oder mit Hilfe von Laser-Scanning-Daten zu erstellen.

6.1.3.3 Arbeitsschritt 3: Hydrologie / Hydraulik

- Koordination und Prüfung der Vermessungsleistung.
- Ergänzung der Querprofile mit Vorland aus dem digitalen Geländemodell.
- Übernahme der vorhandenen Unterlagen.
- bei Bedarf: Hydrologische Berechnung (siehe Abschnitt 6.1.1)
- bei Bedarf: Hydraulische Berechnung – Spiegellinie (siehe Abschnitt 6.1.2).
- Verschneidung der Spiegellinie mit dem Gelände (bei Verwendung von 1D-Modellen)
- Ermittlung der Wassertiefen.

6.1.3.4 Arbeitsschritt 4: Kartenerstellung

- Erstellung von Hochwassergefahrenkarten gemäß Layoutvorgabe (siehe Abschnitt 7)
- Einspielung der Ergebnisse/Daten in die Landessysteme zur Geodatenhaltung.

6.1.3.5 Arbeitsschritt 5: Öffentlichkeitsarbeit

- Initialisierung und Durchführung der mit dem Auftraggeber abgestimmten Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, z. B. Durchführung von Workshops zur Kartennutzung.

6.2 Qualitätssicherung

Je nach Größe des bearbeiteten Einzugsgebiets erfordert der Umfang der Arbeiten die Vergabe an mehrere fachkundige Ingenieurbüros. Um die Qualität und den Erfolg des Projektes zu sichern übernimmt das Projektmanagement auch das Qualitätsmanagement.

6.2.1 Qualitätsmanagement

Durch entsprechende strenge Vorgaben, z. B. in Form der folgenden Pflichtenhefte:

- Pflichtenheft Vermessung,
- Pflichtenheft Digitales Geländemodell,
- Pflichtenheft Hydrologie,
- Pflichtenheft Hydraulik,

- Pflichtenheft Layout Hochwasser-Gefahrenkarten,

sorgt das Projektmanagement für eine regionalspezifische bzw. der Gewässercharakteristik angepasste einheitliche Arbeitsmethodik. Die Pflichtenhefte sind Bestandteil der Leistungsbeschreibungen der Ausschreibungen.

6.2.2 Informations- und Datenmanagement

Eine reibungslose Übergabe der Ergebnisse zwischen den einzelnen Arbeitsschritten ist für den Erfolg unbedingt erforderlich. Dazu gehören z. B.:

- Formatvorgaben zwischen Vermesser und Hydrauliker wie z. B. Vereinbarung von Datenformaten für übliche eindimensionale hydraulische Modelle.
- Formatvorgaben für die Ergebnisse der Spiegellinienberechnung

Zu vereinbaren sind z. B. für die Weiterverarbeitung der Hochwasser-Gefahrenkarten in Geografischen Informationssystemen (GIS) geeignete, mit

- Gewässernummer,
- Gewässerkilometer,
- Bezugssysteme der Lage und Höhe und
- Wasserspiegelhöhen,

versehene Datenformate.

Die im Rahmen des Projektes gesammelten Daten (z.B. Querprofile der Gewässer, Bauwerke am Gewässer) müssen in die Landessysteme zur Geodatenhaltung integriert werden und dafür geeignet attribuiert sein. Dies unterstreicht nochmals den Charakter der Hochwassergefahrenkarten als Mehrzweckprojekt.

6.2.3 Terminmanagement

Das Projektmanagement regelt alle Termine für Ausschreibung, Vergabe und Abschluss von Teilprojekten. Es sorgt für die termingerechte Übergabe der Ergebnisse zwischen den Arbeitsschritten im Projekt und erarbeitet in enger Zusammenarbeit mit der in Abschnitt 3 eingeführten interdisziplinären Arbeitsgruppe eine Prioritätenliste zur Erstellung der Hochwasser-Gefahrenkarten. Diese regelt in Abhängigkeit

- der Arbeitskapazitäten,
- der Haushalts- und Finanzsituation,
- der Datensituation und
- der vorhandenen Schadenspotenziale

die Reihenfolge der zu erstellenden Hochwasser-Gefahrenkarten.

6.2.4 Finanzmanagement

Das Projektmanagement steuert die finanzielle Abwicklung des Gesamtprojektes. Es bündelt die finanziellen Beiträge der Nutzer (öffentliche Mittel einschl. Fördermittel und private Mittel).

Das Projektmanagement erstellt anhand des geschätzten Daten- und Arbeitsbedarfs einen Gesamtfinanzplan, sowie Jahrespläne mit entsprechenden Mittelanforderungen.

7 Empfehlung für die Gestaltung der Karten

Die nachfolgenden Empfehlungen dienen der bundeseinheitlichen Gestaltung der Hochwasser-Gefahrenkarten und der Hochwasser-Gefahrenzonenkarten.

7.1 Datenverarbeitung und Kartenaufbau

Die Verarbeitung der Grundlegendaten (Erfassung, Anpassung und Aktualisierung) und die Erstellung und Ausgabe der Hochwasser-Gefahrenkarten erfolgen mit geografischen Informationssystemen (GIS). Diese Systeme ermöglichen die Vorhaltung unterschiedlicher Daten (Vektor-, Raster- und Sachdaten) sowie die gemeinsame Verwaltung geometrischer Informationen und zugehöriger Eigenschaften (Attribute). Die Daten sind blattschnittfrei und Verwaltungsgrenzen übergreifend vorzuhalten und, soweit möglich, mit Metadaten (Quelle, Aktualität, Genauigkeit, Erfassungsmaßstab) zu beschreiben.

Auf Papier gedruckte Karten sollten aus Gründen der Handhabbarkeit das Format DIN A0 nicht überschreiten. Der Blattaufbau entspricht kartographischen Grundsätzen und beinhaltet folgende Elemente:

- Kartentitel (dargestellter Sachverhalt, abgebildetes Gebiet) vorzugsweise oben links;
- Zeichenerklärung am rechten Kartenrand oben;
- darunter numerischer Maßstab und Maßstabsleiste;
- darunter evtl. eine Blattübersicht;
- darunter das Impressum (Herausgeber, Erscheinungsdatum, Aktualitätsstand, Autoren, Schutzrechte, Genehmigungsvermerke, Bezugsquelle);

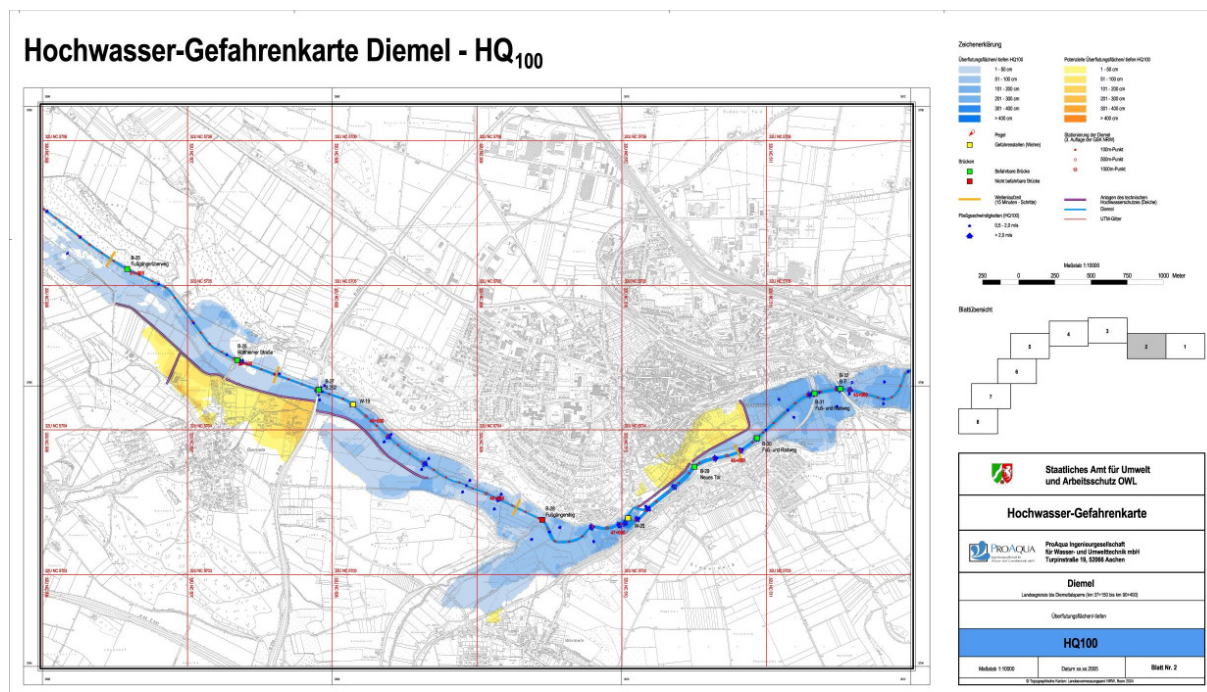


Abbildung 7: Empfohlener Blattaufbau am Beispiel der Hochwasser-Gefahrenkarte Diemel, Nordrhein-Westfalen

Werden Hochwasser-Gefahrenkarten in Web-basierten kartografischen Informationssystemen dargestellt, sollten diese grundsätzlich blattschnittfrei konzipiert und realisiert werden. Stufenlose Ausschnittverschiebungen (Pan) und Vergrößern/Verkleinern (Zoom), sowie das Aus- und Einblenden unterschiedlicher Informationen (auch maßstabsabhängig) sollten möglich sein. Da starke Vergrößerung eine falsche Genauigkeit vortäuscht, sollte der Vergrößerungsmaßstab auf einen Maximalwert begrenzt werden. Die angezeigte Grundlageninformation (Kartenhintergrund) sollte maßstabsabhängig voreingestellt sein. Impressum und Zeichenerklärung sollten in getrennten Fenstern verfügbar sein.

7.2 Inhaltsgestaltung

7.2.1 Hochwasser-Gefahrenkarte

Zur kartographischen Abbildung der Intensität Wassertiefe werden die in Abbildung 8 gezeigten fünfstufigen Farbintensitätsskalen empfohlen, bei denen Farbton und Farbhelligkeit variiert werden. Die fünfstufigen Skalen ermöglichen die klare Unterscheidbarkeit der einzelnen Klassen und die Zuordenbarkeit zwischen Karten- und Legendenelement sowohl am Bildschirm als auch auf dem Papier. Die Überflutungstiefe in offenen Systemen wird mit blauen Farbtönen, die in geschlossenen Systemen mit gelben und roten Farbtönen dargestellt. Um eine einheitliche Farbgebung zu ermöglichen sind in Anhang 2 die Farbwerte in unterschiedlichen Farbsystemen angegeben.

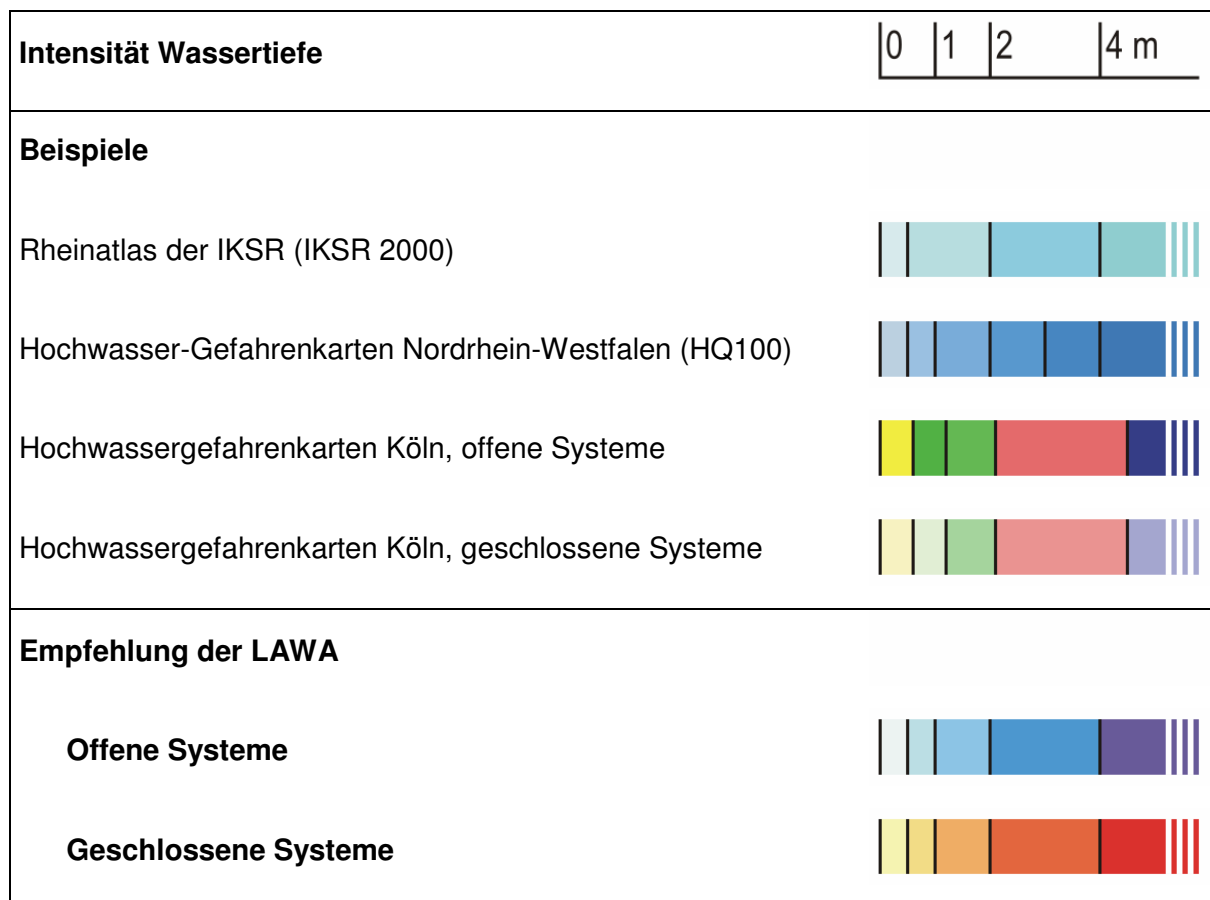


Abbildung 8: Klassenbildung und Farbgebung für die Intensität Wassertiefe

Die Festlegung der Klassengrenzen zur Darstellung der Intensität erfolgt nach fachlichen Gesichtspunkten. Die Klassengrenzen 0 m, 0,5 m, 1 m, 2 m und 4 m sollten für die Darstel-

lung der Wassertiefen verwendet werden. Ist infolge steileren Gefälles, dichter Bebauung oder hoher Fließgeschwindigkeiten die Genauigkeit bei der Ermittlung der Wassertiefen stark eingeschränkt, kann eine gröbere Klasseneinteilung vorgenommen werden. Bei kleinen Gewässern ist hingegen eine feinere Klasseneinteilung angezeigt.

Bei der Darstellung mehrerer Überflutungsflächen unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeit in einer Karte wird, wie in Abbildung 9 gezeigt, jeder Eintrittswahrscheinlichkeit ein anderer Farbton zugeordnet. Die Farbhelligkeit wird nicht variiert. Dabei sollen für häufige Ereignisse blaue bis grüne Farbtöne gewählt werden, während rote und violette Farbtöne sehr seltenen Ereignissen vorbehalten bleiben sollen. Um eine einheitliche Darstellung zu gewährleisten, sind die Farbwerte in unterschiedlichen Systemen in Anhang 2 angegeben.



Abbildung 9: Farbgebung für die Darstellung mehrerer Überflutungsflächen unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeit (Zonierung) in einer Karte

Neben der Wassertiefe kann auch die Fließgeschwindigkeit dargestellt werden. Der Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten des Landes Nordrhein-Westfalen schlägt vor, Fließgeschwindigkeiten in den Klassen 0,5 bis 2 m/s und >2 m/s darzustellen, wobei Ergebnisse aus eindimensionalen hydrodynamischen Berechnungen mit Pfeilen unterschiedlicher Größe, solche aus zweidimensionalen Berechnungen mit unterschiedlichen Schraffuren dargestellt werden sollen (MUNLV 2003). Dies ermöglicht die gleichzeitige Darstellung der Überflutungstiefe und Geschwindigkeit in einer Karte. Die LAWA schließt sich diesem Vorschlag an.

7.2.2 Hochwasser-Gefahrenzonenkarte

In der Hochwasser-Gefahrenzonenkarte werden immer vier Gefährdungsstufen dargestellt. Diese werden mit den Farbtönen Gelb/Blau/Rot dargestellt. Die Klasse „Restgefährdung“ wird schraffiert. Die Farbgebung entspricht der des in Abbildung 2 gezeigten Gefahrenstufendiagramms. Die Farbwerte sind in Anhang 2 angegeben.

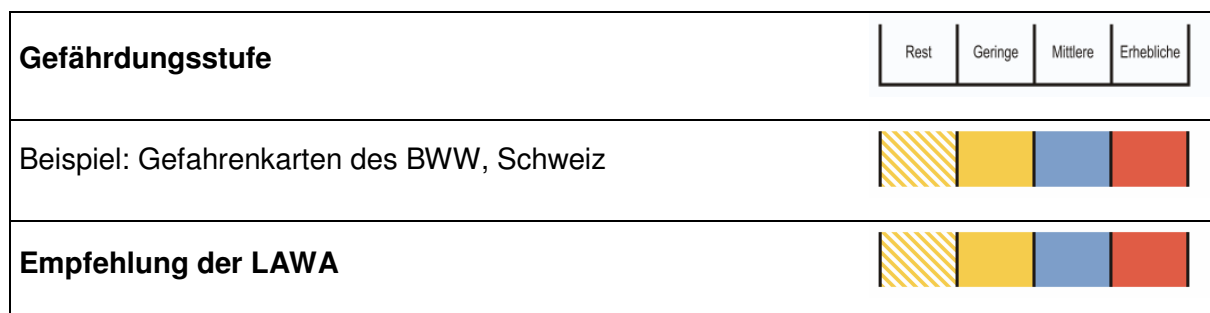


Abbildung 10: Klassenbildung und Farbgebung für Hochwasser-Gefahrenzonenkarten

7.2.3 Maßstäbe der Karten

Die Hochwasser-Gefahrenkarte und die Hochwasser-Gefahrenzonenkarte werden im Maßstab 1:5.000 bis 1:10.000 erstellt. Sie bilden eine Primärinformation, aus der Nutzer von Hochwasser-Gefahrenkarten unter Zuhilfenahme weiterer fachlicher Beiträge andere Karten (sekundäre Information) ableiten können. Hierzu zeigt Tabelle 5 die für die Nutzer üblichen Maßstäbe.

Tabelle 5: Arbeitsmaßstäbe unterschiedlicher Nutzer von Hochwasser-Gefahrenkarten

Nutzer	Maßstab	Grundlageninformationen (Kartenhintergrund)	Karte
Raumordnung	1:50.000 bis 1:100.000	Topographische Karte 1:25.000 bis 1:50.000	Regionalpläne
Kommunale Planung	1:1.000 bis 1:25.000	Topographische Karte 1:25.000 ATKIS DLM 25 Liegenschaftskarten und/oder ALK	Bauleitpläne: Flächennutzungs- pläne Bebauungspläne
Wasserwirtschaft	1:5.000 bis 1:10.000	Topographische Karte DGK 5, TK 5, TK 10	
Gefahrenabwehr-, Katastrophenschutz	1:1.000 bis 1:25.000	Topographische Karte 1:25.000 ATKIS DLM 25 Liegenschaftskarten und/oder ALK	Alarm- und Einsatz- karten
Versicherungswirt- schaft	1:10.000	Topographische Karte 1:10.000	Zonierungskarten

Bei Verkleinerungen in einen Maßstab $\leq 1:25.000$ ist eine Generalisierung erforderlich. Die Abbildung von Liegenschaftsinformationen in Maßstäben $\leq 1:10.000$ ist nicht mehr sinnvoll.

8 Öffentlichkeitsarbeit

Beispielhaft für eine Verbreitung von Hochwasser-Gefahrenkarten über das Internet sind der Rheinatlas (<http://rheinatlas.de>) und der grenzüberschreitende Atlas der Überschwemmungsgebiete im Einzugsgebiet der Mosel (<http://www.gefahreatlas-mosel.de>). Für eine Betrachtung dieser Online-Hochwasser-Gefahrenkarten ist eine schnelle Internet-Verbindung und aktuelle Hardware erforderlich. Einerseits sind diese technischen Voraussetzungen vor allem bei privaten Anwendern nicht immer erfüllt. Andererseits können nicht alle Bevölkerungsgruppen über das Internet erreicht werden. Daher müssen auch andere Verbreitungswege besprochen werden.

Die LAWA (2004) führt unter anderem die Öffentlichkeitsarbeit der Stadt Köln als gelungenes Beispiel an (siehe auch <http://www.hochwasserinfo-koeln.de>). Dort werden Informationsbroschüren jährlich in den durch Hochwasser gefährdeten Gebieten verteilt. Die interessierte Öffentlichkeit ist in Vereinen organisiert und wird in das Hochwassermanagement mit einbezogen. 2005 wurde erstmals ein Hochwasser-Preis ausgelobt, um Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene für die Thematik zu interessieren.

Für weitere Möglichkeiten der Verbreitung wie z. B. die jährliche Durchführung eines Hochwassertages oder –festes wird auf die Instrumente und Handlungsempfehlungen (LAWA 2003) verwiesen. Aber auch klassische Verbreitungswege wie der Aushang von Hochwasser-Gefahrenkarten an öffentlichen Gebäuden oder an von der Öffentlichkeit stark frequentierten Orten sollten nicht vernachlässigt werden.

9 Literatur

- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, Bundesamt für Raumplanung BRP, (1997): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlungen. Biel 1997. www.bwg.admin.ch/service/download/d/index.htm#Broschueren
- Baugesetzbuch BauGB (1960): <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bbaug/>
- Elze, R. (2005): Hochwassergefahrenkarten im Freistaat Sachsen. In Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 08.2005 "Hochwasser-Gefahrenkarten", H.-B. Kleeberg (Hrsg), München, 25 – 31.
- Falkenhagen, B. (2005): ZÜRS – Das Zonierungssystem der deutschen Versicherungswirtschaft zur Einschätzung der Überschwemmungsgefährdung. In Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 08.2005 "Hochwasser-Gefahrenkarten", H.-B. Kleeberg (Hrsg), München, 85 – 91.
- Heiland, P. (2002): Vorsorgender Hochwasserschutz durch Raumordnung, interregionale Kooperation und ökonomischer Lastenausgleich. WAR Schriftenreihe Bd. 143, Darmstadt.
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR (2000): Kriterien für die Bestimmung und Darstellung der Überschwemmungsgefährdung und Schadensrisiken.
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR (2001): Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglicher Schäden bei Extremhochwasser am Rhein. – Koblenz
- Kommission der Europäischen Gemeinschaft (Kom 2004): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Hochwasserrisikomanagement. Vermeidungs-, Schutz- und Minderungsmaßnahmen.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (2004): Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz www.lawa.de/lawaroot/pub/download.html
- Merz, B., M. Gocht und A. Thieken (2005): Hochwasserkarten im Rahmen der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser In Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 08.2005 "Hochwasser-Gefahrenkarten", H.-B. Kleeberg (Hrsg.), München, 51 – 70.
- Merz, B, und M. Gocht (2003): Karten für die Hochwasservorsorge und das Risikomanagement auf der lokalen Skala. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 47/2003 H. 5, S 186 - 194
- Ministerkonferenz für Raumordnung MKRO (2000): Handlungsempfehlungen der Ministerkonferenz für Raumordnung zum vorbeugenden Hochwasserschutz vom 14. Juni 2000.

Ministerium für Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen MUNLV Hrsg. (2003): Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten. Düsseldorf.

Ministerium für Umwelt und Verkehr, Innenministerium und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (MUV) (2003): Hochwassergefahr und Strategien zur Schadensminderung in Baden-Württemberg. www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de

Ministerium für Umwelt und Verkehr, Innenministerium und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (MUV) (2005): Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg. www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de

Plate, E. J., B. Merz und Ch. Eikenberg (2001): Naturkatastrophen: Herausforderung an Wissenschaft und Gesellschaft. In: Plate, E. J. und B. Merz: Naturkatastrophen – Ursachen, Auswirkungen, Vorsorge. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, S. 1-45.

Raumordnungsgesetz ROG (1997): www.bbr.bund.de/infosite/download/ro_gesetz.pdf

Reich, J. (2005): Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg. In Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 08.2005 "Hochwasser-Gefahrenkarten", H.-B. Kleeberg (Hrsg.), München, 33 – 41.

Worreschk, B. (2005): Grenzüberschreitende Erarbeitung von Hochwasser-Gefahrenkarten im Moselgebiet. In Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 08.2005 "Hochwasser-Gefahrenkarten", H.-B. Kleeberg (Hrsg.), München, 43 – 49.

Anhang

Anhang 1: Checkliste für die Ausschreibung

1 Checkliste für Ausschreibung

Die nachfolgende Checkliste enthält ergänzend zu den Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten wichtige Punkte, die entsprechend der in Abschnitt 6.1.3.1 beschriebenen Arbeitsschritte bei der Ausschreibung der Leistungen beachtet und festgelegt werden sollten:

1.1 Checkliste für Arbeitsschritt 1: Bestandserfassung/ Bedarfsanalyse:

Je nach Größe des Untersuchungsgebietes sind ggf. Teilbearbeitungsgebiete zu bilden und der Bearbeitungsmaßstab festzulegen. Das Ziel des Auftrages ist zu beschreiben.

Textvorschlag:

Ziel des Auftrages ist ein umfassender Bestands- und Bedarfskatalog für das Teilbearbeitungsgebiet, mit allen vorhandenen bzw. noch zu erhebenden Datengrundlagen, die zur Erstellung der Hochwassergefahrenkarten benötigt werden. Im Rahmen einer Bestands- und Bedarfsanalyse sollen für die Teilbearbeitungsgebiete die vorhandenen Datengrundlagen erhoben, gesichtet und ausgewertet werden. Folgende Datenlagen sind zu klären:

- Digitales Gewässernetz (notwendige Ergänzungen)
- Digitales Geländemodell (soweit nicht vom Land erstellt und bereitgestellt)
- Querprofilaufnahmen der Gewässer
- Daten / Vermessungsdaten von Bauwerken im und am Gewässer (Hochwasserrückhaltebecken, Talsperren, Staudämme, Deiche, Wehre, Schwellen, Brücken, Flutkanäle etc.)
- Hydrologische Abschätzung der Hochwasserwahrscheinlichkeiten (Regionalisierungsverfahren, Zeitreihenanalysen, N-A-Modelle)
- Hydraulische Berechnungen (Spiegelinien-Berechnungen)
- Überschwemmungsgebiete

Neben dem Vorhandensein der Daten ist zu prüfen, ob die Daten verwendbar bzw. hinreichend genau sind und ob ggf. Kosten bei der Datenübernahme entstehen.

Untersuchungsbestandteile sind zu präzisieren

- Festlegen des maßgebenden Gewässernetzes
- Ergänzungen zum Digitalen Geländemodell
- Abschätzen des Aufwandes zur Erhebung von Gewässerquerprofilen
- Abschätzen des Aufwandes zur Erhebung von Bauwerksdaten
- Bestandsanalyse der hydrologischen Daten.

Für Gewässerabschnitte mit relevanter Beeinflussung durch Rückhaltemaßnahmen sind folgende Erhebungen durchzuführen:

- Liegen bereits Niederschlags-Abfluss-Modelle für diese Bereiche vor?
- Sofern Modelle vorliegen: Wann, von wem und zu welchem Zweck wurden diese Modelle erstellt? Sind die vorhandenen HRB mit den aktuellen Betriebsregeln im Modell erfasst und entspricht das Modell weitgehend dem aktuellen Gebiets- und Gewässerzustand?
- Liegen aus dem N/A-Modell Berechnungsergebnisse für die Hochwasserjährlichkeiten 10, 20, 50, 100 und ggf. >100 Jahre vor?
- Ist auch bei extremem Hochwasser ($> HQ_{200}$) noch von einer Wirkung der HRB auszugehen?

1.2 Checkliste für Arbeitsschritt 2: Vermessung

1.2.1 Vermessung von Querprofilen

Textvorschlag:

Die Aufnahme der Querprofile hat nach den Maßgaben des Pflichtenheftes Vermessung (vgl. Abschnitt 6.2.1) zu erfolgen. Die Lage und die Anzahl der aufzumessenden Querprofile sind mit einem vom Auftraggeber beauftragten Dritten (Hydrauliker) vor Ort abzustimmen. In der Regel ist nur das Gewässerbett inklusive eines Gewässerrandstreifens von 5 bis 10 Metern aufzunehmen. Die Querprofilvorländer werden später durch den Hydrauliker aus dem digitalen Geländemodell ergänzt.

Die zu erbringenden Vermessungsleistungen sind wie folgt einzuschätzen:

___ Gewässerquerprofile (Gewässerbreite 0 bis 5 Meter, mittlerer Abstand der Profile 100 bis 150 Meter)

___ Gewässerquerprofile (Gewässerbreite 5 bis 50 Meter, mittlerer Abstand der Profile 100 bis 150 Meter)

___ Gewässerquerprofile (Gewässerbreite größer 50 Meter, mittlerer Abstand der Profile 100 bis 150 Meter)

Die angegebene Anzahl der Querprofile dient als Richtgröße. Abgerechnet werden nur tatsächlich aufgemessene Querprofile nach Vorgaben des Hydraulikers auf Basis des angebotenen Einheitspreises.

Datenformat, -darstellung und -übergabe sind im Pflichtenheft Vermessung geregelt.

Von jedem Profil ist mindestens eine fotografische Aufnahme in Fließrichtung zu erstellen. Bei schlechter Einsichtsmöglichkeit sind mehrere Fotos zu erstellen. Alles Weitere beschreibt das Pflichtenheft Vermessung.

1.2.2 Vermessungsdaten von Bauwerken

Textvorschlag:

Die Aufnahme von Bauwerksdaten hat nach den Maßgaben des Pflichtenheftes Vermessung zu erfolgen. Die Lagen und die Anzahl der aufzumessenden Bauwerke sind mit einem vom Auftraggeber beauftragten Dritten (Hydrauliker) vor Ort abzustimmen.

Die zu erbringenden Vermessungsleistungen sind wie folgt einzuschätzen:

- ___ Durchlässe / Brücken (lichte Weite 0 bis 5 Meter)
- ___ Brücken (lichte Weite 5 bis 50 Meter)
- ___ Brücken (lichte Weite größer 50 Meter)
- ___ Verdolungen (ab 10 Meter Länge)
- ___ km Deich / Schutzeinrichtungen
- ___ Wehre/Sohlabstürze (lichte Weite 0 bis 5 Meter)
- ___ Wehre/Sohlabstürze (lichte Weite 5 bis 20 Meter)
- ___ Wehre/Sohlabstürze (lichte Weite größer 20 Meter)

Die angegebene Anzahl der aufzumessenden Bauwerke dient als Richtgröße. Abgerechnet werden nur tatsächlich aufgemessene Bauwerke nach Vorgaben des Hydraulikers auf Basis des angebotenen Einheitspreises.

Datenformat, -darstellung und -übergabe sind im Pflichtenheft Vermessung geregelt. Zusätzlich ist von jedem Bauwerk mindestens eine fotografische Aufnahme in Fließrichtung und eine gegen Fließrichtung zu erstellen. Bei schlechter Einsichtmöglichkeit sind weitere Fotos zu erstellen. Alles Weitere beschreibt das Pflichtenheft Vermessung.

1.3 Checkliste für Arbeitsschritt 3: Hydrologie/ Hydraulik:

1.3.1 Koordination der Vermessungsleistung

Textvorschlag:

Die Vermessungsleistungen, die von einem im Rahmen eines separaten Auftrages beauftragten Vermesser zu erbringen sind, sind zu koordinieren. Zusammen mit dem beauftragten Vermesser sind die Lagen der aufzumessenden Querprofile sowie die erforderlichen Bauwerksaufnahmen festzulegen. Die Festlegung der Querprofile und der Bauwerksvermessungen hat nach den Maßgaben des Pflichtenheftes Datenaufnahme zu erfolgen. In der Regel ist nur der Gewässerschlauch inklusive eines Gewässerrandstreifens von 5 bis 10 Metern durch den Vermesser aufzunehmen. Anschließend sind die Vorländer der Querprofile aus den vorhandenen digitalen Höhendaten zu ergänzen.

Die Gewässerstrecken, für die Vermessungsleistungen zu erbringen sind, sind aus der Bestandserfassung / Bedarfsanalyse zu entnehmen.

1.3.2 Prüfen der Vermessungsleistung

Die aufgenommenen Vermessungsdaten sind nach der Lieferung durch den Vermesser vom Hydrauliker auf Vollständigkeit und Gebrauchsfähigkeit zu prüfen.

1.3.3 Ergänzen der Vermessungsdaten

Die Aufnahme der Querprofile durch den Vermesser beschränkt sich in der Regel auf den Gewässerschlauch inklusive eines Gewässerrandstreifens von 5 bis 10 Metern. Für die hydraulischen Berechnungen sind anhand der vorliegenden Geländedaten aus dem DGM die Querprofilvorländer sinnvoll zu ergänzen. Unter Umständen findet die Bereitstellung des

DGM wesentlich später statt als die Vermessungsleistung. Dies ist bei der Kalkulation zu berücksichtigen.

Zur Dokumentation der Querprofilagen sind Lagepläne anzufertigen. Die Lagepläne enthalten: alle Querprofile (Bestand und neu vermessene) mit Lage und Kilometrierung, mit Ausrichtung zur Gewässerachse und Ausdehnung der Querprofile. Weiterhin sind Längsschnitte des Gewässers anzufertigen.

Zur Dokumentation der Querprofile sind Querprofilschnitte anzufertigen. Die Querprofilschnitte müssen die im Pflichtenheft Datenaufnahme beschriebenen Punkte enthalten. Die Blickrichtung der Querprofile ist in Fließrichtung des Gewässers. Die Höhenangaben sind in müNN bzw. dem jeweiligen amtlichen Höhensystem (z. B. DHHN92: NHN) anzugeben. Die Punkte des Querprofilpolygons sind in einem lokalen Koordinatensystem (Abstand, Höhe) darzustellen, zusätzlich mit der Angabe der Koordinaten im jeweiligen amtlichen Lagesystem.

1.3.4 Einspielen der Vermessungsdaten in die Landesdatenbanken zur Geodatenhaltung

Nach Prüfung der Vermessungsdaten sind die Querprofilagen in die Querprofilagenbank des Landes sowie die Bauwerksdaten in die Anlagenkatasterdatenbanken bei den zuständigen Stellen einzuspielen und zu testen. Die Übergabeformate sind im Pflichtenheft Datenaufnahme beschrieben.

1.3.5 Hydrologische Berechnungen

Für die in der Bestandserfassung / Bedarfsanalyse benannten Gewässerabschnitte sind die Durchflüsse für das 10-, 20-, 50- und das 100-jährliche sowie für das Extremhochwasser zu bestimmen. Zusätzlich ist der bordvolle Durchfluss HQB zu bestimmen.

1.3.6 Hydraulische Berechnung (Spiegellinienberechnung)

Textvorschlag:

Für die auf Basis der Bestandserfassung / Bedarfsanalyse benannten Gewässerabschnitte sind gemäß Pflichtenheft Spiegellinienberechnung die Wasserspiegellagen für das 10-, 20-, 50- und das 100-jährliche Hochwasser sowie für das Extremhochwasser zu berechnen. Zusätzlich ist die Wasserspiegellage des HQB zu bestimmen. Die Berechnung der Wasserspiegellagen ist in der Regel als 1-dimensionale Betrachtung im gegliederten Querschnitt (Vorland links, Hauptgerinne und Vorland rechts) durchzuführen. Annahmen über die verwendeten Rauigkeitsansätze sowie, wenn möglich, die Ergebnisse der Kalibrierung sind zu dokumentieren. Sollte nach Ansicht des Hydraulikers eine 2-dimensionale Berechnung erforderlich sein, so ist dies mit der zuständigen Stellen abzustimmen.

1.3.7 Hydraulische Berechnung (Ermittlung der Überschwemmungs-/ Überflutungsflächen)

Textvorschlag:

Für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten sind die vorliegenden und die neu ermittelten Wasserspiegellagen in das umliegende Gelände zu übertragen. Basis für die Verschneidung ist das bereitgestellte DGM. Falls die Auflösung des DGM es erlaubt, sind in das DGM

im Rahmen des Auftrages die aufgemessenen Bauwerksdaten einzuarbeiten sowie die Gewässerstrukturen sinnvoll einzuprägen. Bei den Gewässerschläuchen kann hier näherungsweise von einem Trapez- bzw. Rechteckprofil ausgegangen werden.

Die vorgesehene Methodik der Verschneidung der Wasserstände mit dem Gelände (DGM) ist zu beschreiben. Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Methodik sind zu benennen.

1.3.8 Erstellung der Hochwasser-Gefahrenkarten

Die Einheitlichkeit und die Fortschreibung der Hochwasser-Gefahrenkarten lassen sich am einfachsten gewährleisten, wenn die Erstellung durch die jeweils zuständigen Landesämter, Landesanstalten oder Landesbetriebe durchgeführt wird. Diese Einrichtungen verfügen auch über die Ergebnisse aller vorangegangenen Arbeitsschritte in ihren Landesdatenbanken und haben durch die Beteiligung der (unteren) Verwaltungsbehörden gute Ortskenntnis der potenziellen Überschwemmungsgebiete. Für die Kartenerstellung müssen allerdings ausreichende Personalkapazitäten und eine geeignete technische Ausrüstung zur Verfügung stehen. Sollte dies nicht der Fall sein, müssen fachkundige Ingenieurbüros beauftragt werden, was aber eine enge Koordinierung des Erstellungsprozesses durch die jeweilige Landeseinrichtung voraussetzt.

Textvorschlag:

Auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Geodaten und der hydraulischen Szenarien sind im letzten Arbeitsschritt entsprechend der einheitlichen Layout-Vorgabe die Hochwasser-Gefahrenkarten im vorgegebenen GIS zu erstellen. Die Struktur der Projektdatenbank bzw. des Verzeichnissystems des Projektes ist gemäß dem Pflichtenheft Datenaufnahme zu organisieren. Alle zur Attributierung der GIS- Elemente erforderlichen Daten sind in dieses System zu integrieren.

Für den Einsatz bei der Gefahrenabwehr sind Karten auf Papier im geeigneten DIN- Format, z. B. DIN A 1, herzustellen. Layout und Farbgebung sind gemäß Abschnitt 7 dieser Empfehlungen zu wählen. Die Druckvorlagen für diese Karten sind in digitalem Format, z. B. jpg, tif, pdf, in ausreichend hoher Auflösung, z. B. 300 dpi, zu übergeben.

Anhang 2: Farbwerte für die einheitliche Gestaltung von Hochwasser-Gefahrenkarten und Hochwasser-Gefahrenzonenkarten

RGB- und CMYK-Farbwerte									
Abbildung	Teil	Farbstufe	RGB-Farben			CMYK-Farben			
			R	G	B	C	M	Y	K
Abbildung 2 und Abbildung 10: Wahr- scheinlichkeits- Intensitäts-Diagramm	Gefahrenstufendia- gramm	schwach	255	211	81	1	17	81	0
		mittel	127	158	210	51	19	3	0
		stark	241	92	67	0	80	84	0
Abbildung 8: Klas- senbildung und Farbgebung für die Intensität Wasser- tiefe	Empfehlung, offene Systeme	0 – 0,5 m	228	254	252	13	1	8	0
		0,5 – 1 m	180	242	252	31	1	13	0
		1 – 2 m	132	206	252	42	2	4	0
		2 – 4 m	52	154	252	88	17	0	0
		> 4 m	132	26	252	96	93	0	0
	Empfehlung, ge- schlossene Systeme	0 – 0,5 m	252	254	180	3	2	35	0
		0,5 – 1 m	252	226	140	2	10	52	0
		1 – 2 m	252	178	100	1	32	72	0
		2 – 4 m	252	102	52	0	78	92	0
		> 4 m	252	0	1	1	99	95	0
Abbildung 9:	Darstellung mehrerer Überflutungsflächen unterschiedlicher Eintrittswahrschein- lichkeit in einer Karte	blau	95	171	221	59	8	5	0
		grün	151	204	99	34	2	80	0
		gelb	245	203	81	3	18	81	0
		rot	227	96	85	2	75	68	0
		violett	170	103	159	27	65	4	0

Anhang 3: Glossar

Im Folgenden werden die wichtigsten Begriffe, die im Rahmen der Darstellung von Hochwassergefahren verwendet werden, aufgeführt. Für eine Erklärung der Grundbegriffe wird auf die einschlägigen Regelwerke wie z. B. DIN 2425 Teil 5 und 6 verwiesen.

Empfindlichkeit: Die Anfälligkeit eines Objektes bei Einwirken eines schädigenden Ereignisses. Die Empfindlichkeit kann beispielsweise durch relative Schadenfunktionen ausgedrückt werden (Merz et Al. 2005).

Exposition: Anzahl oder monetärer Wert der von einem schädigenden Ereignis betroffenen Objekte (Merz et Al. 2005).

Flood Hazard Map: Eigentlich Hochwasser-Gefährdungskarte, im deutschen Sprachgebrauch aber bisher bedeutungsgleich mit Hochwasser-Gefahrenkarte.

Flood Risk Map: Siehe Hochwasser-Risikokarte.

Gefährdung: Das Zusammenwirken von Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität. Aber auch die Eintrittswahrscheinlichkeit allein (Merz et Al. 2005).

Gefahr: Möglichkeit eines Schadens ohne Information über die Wahrscheinlichkeit (Plate et al. 2001).

Geschlossenes System: Bereich hinter Schutzeinrichtungen wie Deichen, festen oder mobilen Schutzwänden, bzw. unterhalb von Hochwasserrückhaltebecken (LAWA 2004).

Gefahrenhinweiskarte: nach objektiven wissenschaftlichen Kriterien zu erstellende Übersichtskarte. Enthält Hinweise auf Gefahren, die erkannt und lokalisiert, jedoch nicht im Detail analysiert und bewertet sind (BUWAL 1997).

Intensität: ein neutraler Begriff, der je nach Erfordernis für unterschiedliche physikalische Eigenschaften eines schädigenden Ereignisses stehen kann. Bei Hochwasser sind dies nach Relevanz geordnet: Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, das Produkt aus Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit, Dauer, Anstiegsgeschwindigkeit, Transport von Sedimenten und Schadstoffen (Merz & Gocht 2003).

Nachrichtliche Übernahmen in Raumordnungsplänen dienen der Weitergabe von materiellen Festlegungen der Fachplanungen (hier vor allem der Wasserwirtschaft und des Wasserrechtes), soweit die Koordination von Raumansprüchen dies erfordert (§ 7 Abs. 3 ROG). Die nachrichtliche Darstellung in Raumordnungs- und Bauleitplänen, z. B. von „Überschwemmungsgebieten“ nach WHG bzw. Landeswassergesetzen entfaltet in der Regel keine zusätzliche Wirkung gegenüber der fachrechtlich festgelegten Rechtswirkung (z. B. Verbote im ÜG).

Offenes System: frei überschwemmbar Bereiche, nicht durch Hochwasserschutzeinrichtungen geschützt (LAWA 2004).

Potenzieller Überflutungsbereich: Begriff der Raumordnung. Bereich, der bei Versagen von öffentlichen Hochwasserschutzeinrichtungen, insbesondere Deichen, überschwemmt werden kann (MKRO 2000). Gleichbedeutend mit geschlossenem System nach LAWA (2004).

Risiko: Das Zusammenwirken von Gefährdung und Vulnerabilität (Merz et Al. 2005); auch Schadenrisiko (IKSR 2001).

Risikokarte: Flächenhafte Darstellung der möglichen Konsequenzen von Hochwasserereignissen. Die Risikokarte verknüpft Informationen zu Gefährdung und Vulnerabilität und stellt die räumliche Verteilung des Risikos dar. Die Risikokarte basiert auf einem quantifizierten Risiko, z. B. auf gefährdeten Menschenleben oder einem Erwartungswert des Hochwasserschadens [€/a]. Risikokarten zeigen im Allgemeinen Informationen zu synthetischen Ereignissen (Merz et Al. 2005).

Überschwemmungsgebiet: Durch Landesrecht festgesetzter Bereich, in denen ein Hochwasserereignis statistisch mindestens einmal in hundert Jahren zu erwarten ist (WHG § 31b, Absatz 2).

Überschwemmungsgefährdetes Gebiet: Bereich, der bei Versagen von öffentlichen Hochwasserschutzanlagen, insbesondere Deichen überschwemmt werden kann. (WHG § 31c, Absatz 1).

Vorranggebiete sind Gebietskategorien der Raumordnung für Regionalpläne, durch die bestimmte Nutzungsprioritäten für Teilräume festgelegt werden. Sie sind gem. Raumordnungsgesetz (ROG, § 7 Abs. 4 i.V.m. § 4 Abs. 1) „Ziele der Raumordnung“ und somit nicht mehr abwägbar; In Vorranggebieten für den Hochwasserschutz oder für die Gefahrenvorsorge sind Nutzungen oder Raumfunktionen nicht zulässig, die durch Hochwasser Schaden nehmen können, oder den Belangen des Hochwasserschutzes entgegen stehen.

Vorbehaltsgebiete sind Gebietskategorien für Regionalpläne, die abwägbare Vorgaben für nachfolgende Abwägungs- oder Ermessensentscheidungen (gem. ROG, § 7 Abs. 4 i. V. m. § 3 Nr. 3) für öffentliche Stellen bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen vorgeben. Im Gegensatz zu Vorranggebieten sind hier Maßnahmen zulässig, wenn dem Vorbehalt (hier z. B. Schadensvorsorge) durch die Gestaltung der Planung Rechnung getragen wurde.

Vulnerabilität (Verletzlichkeit): Das Zusammenwirken von Exposition und Empfindlichkeit (Merz et Al. 2005).

Wahrscheinlichkeit: Ein Maß für die Unsicherheit zukünftiger Ereignisse. In der Wasserwirtschaft wird in der Regel ein frequentistischer Wahrscheinlichkeitsbegriff verwendet. Hier ist die Wahrscheinlichkeit ein Maß für die relative Häufigkeit des Auftretens von Ereignissen bei Auswahl aus mehreren Möglichkeiten.

Anhang 4: Unterschiedliche Begrifflichkeiten für die räumliche Beschreibung der Hochwassergefahr

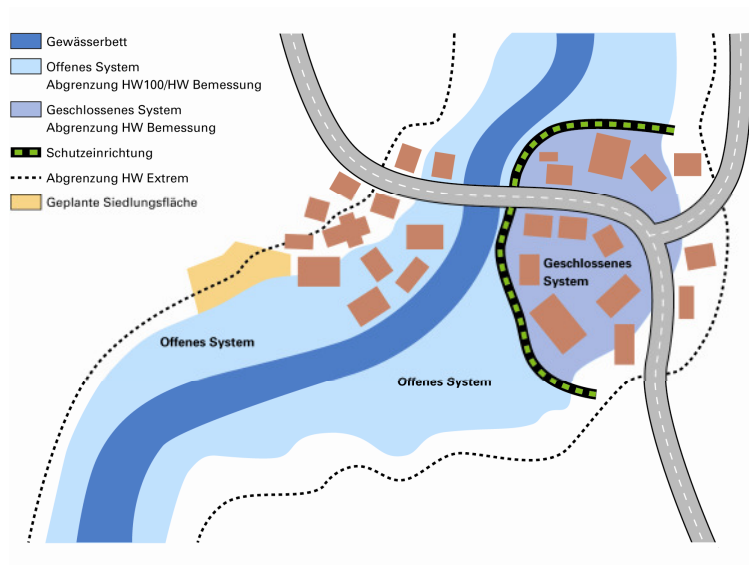


Abbildung 11: Begriffe der Raumordnung bei der Umsetzung des Hochwasserschutzes in Regionalplänen (nach Heiland 2002)

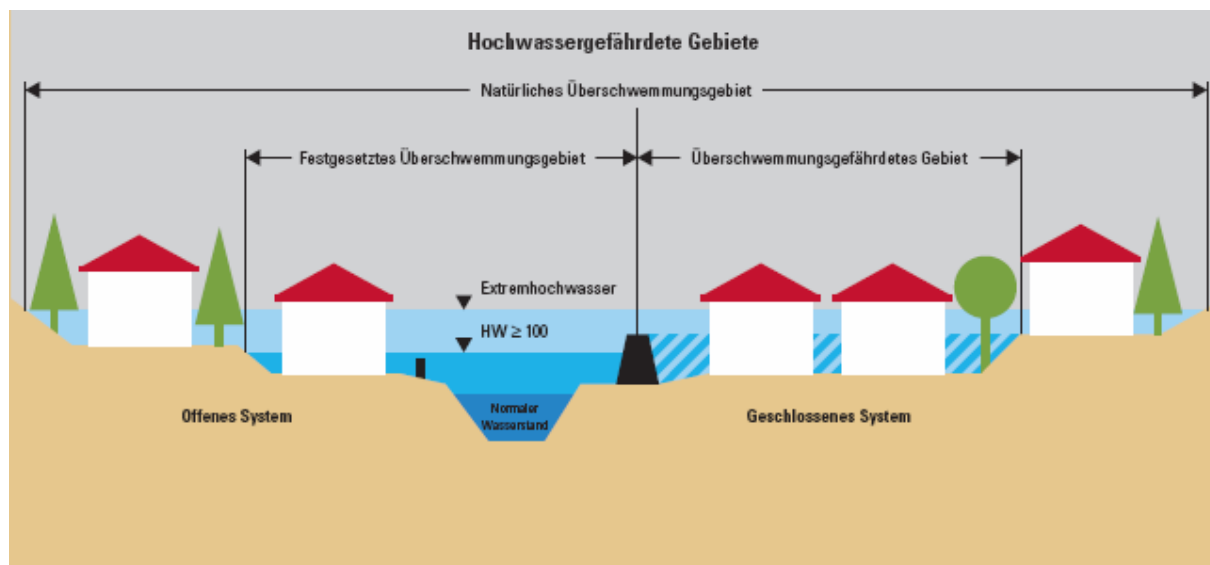


Abbildung 12: Begriffe nach LAWA 2004 (gemäß WHG zählt zum überschwemmungsgefährdeten Gebiet auch das Gebiet außerhalb des HQ 100)

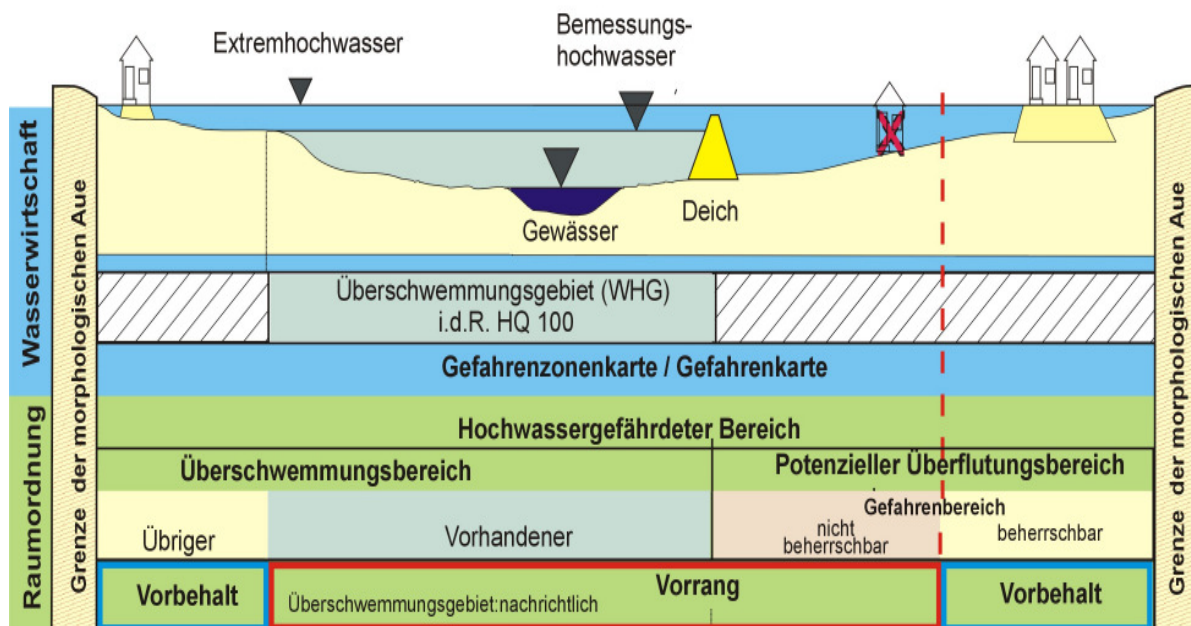


Abbildung 13: Begriffe der Raumordnung bei der Umsetzung des Hochwasserschutzes in Regionalplänen (nach Heiland 2002)

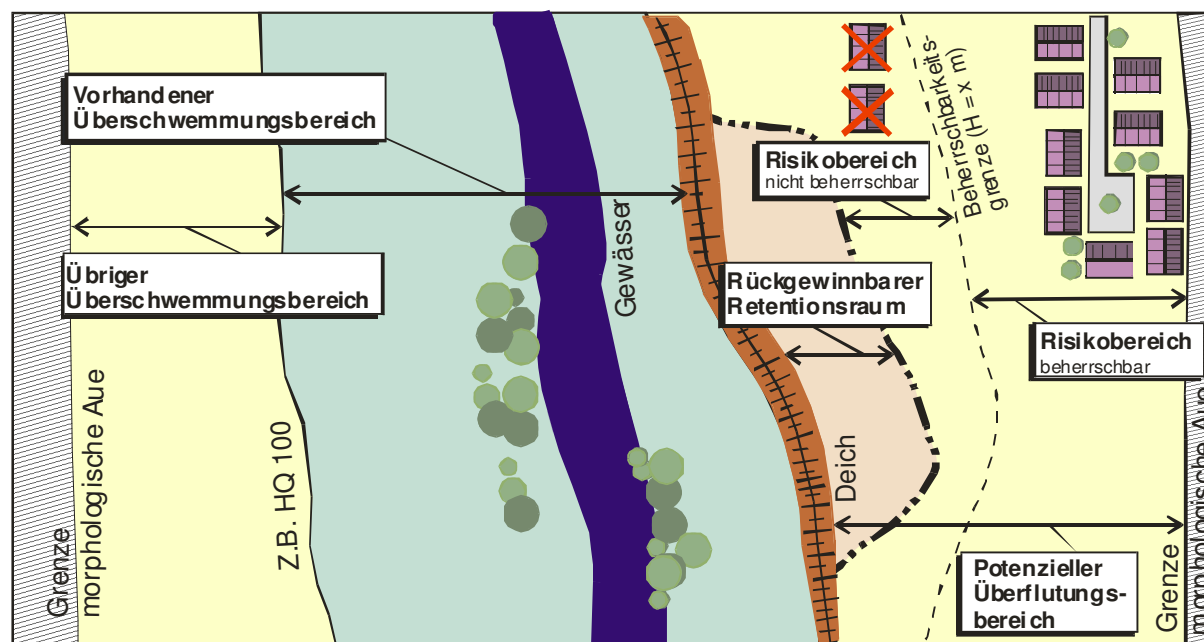


Abbildung 14: Begriffe nach MKRO 2000