



Überschwemmungsgebiete

Erläuterung der Vorgehensweise bei der
Ermittlung von Überschwemmungsgebieten

Inhalt

1	Vorbemerkung	2
2	Vorgehensweise	2
3	Digitales Geländemodell	3
3.1	Befliegung und Auswertung	3
3.2	Vermessung des Flussprofils	3
4	100-jährlicher Abfluss	4
5	Modellierung des Überschwemmungsgebiets	5
5.1	Eindimensionale Modellierung	5
5.2	Zweidimensionale Modellierung	5
5.3	Überprüfung der Modelle an abgelaufenen Hochwasserereignissen	6
6	Glossar	7

Inhalt: Dieses Dokument erläutert in aller Kürze die grundlegende Vorgehensweise bei der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten in Bayern.

1 Vorbemerkung

Dieses Dokument erläutert das Vorgehen der Wasserwirtschaftsämter bei der Ermittlung der Überschwemmungsgebiete. Es dient zum besseren Verständnis der angewandten Methoden und erstellten Unterlagen (Karte des Überschwemmungsgebietes und Erläuterungstext), die von den Wasserwirtschaftsämtern bei den Landratsämtern vorgelegt werden.

Eine umfassende Beschreibung der fachlichen Grundlagen und detaillierte Informationen zur Vorgehensweise bei der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten in Bayern enthält das „Handbuch hydraulische Modellierung“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU). In Ergänzung dazu enthält die „Loseblattsammlung Wildbach“ (LfU) weiterführende Details für die Ermittlung von Überschwemmungsgebieten im besonderen Fall von Wildbacheinzugsgebieten (Wildbachgefährdungsbereiche). Das Handbuch und die Loseblattsammlung können im Publikationsportal der Bayerischen Staatsregierung abgerufen werden: <https://www.bestellen.bayern.de>.

Interessante Informationen zum Thema Überschwemmungsgebiete in Bayern sind im Internet unter <http://www.iug.bayern.de> (Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern) zu finden. Im Infoportal Hochwasser-Info Bayern informiert die Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung darüber hinaus rund um das Thema Hochwasser: <https://www.hochwasserinfo.bayern.de>.

2 Vorgehensweise

Die Ermittlung der Überschwemmungsgebiete in Bayern erfolgt mit Hilfe eines hydraulischen Modells. In das Modell gehen wie in Abb. 1 dargestellt, Daten zur Geländeoberfläche (Topografie) und aus der Abflussermittlung (Hydrologie) ein. Es wird ein detailliertes Modell des Geländes und des Flusslaufs erstellt, das dann – bildlich gesprochen – im Computer mit dem Abfluss eines 100-jährlichen Hochwassers geflutet wird. Eine Modellierung ist notwendig, da in der Regel keine ausreichenden Aufzeichnungen von historischen Hochwasserereignissen dieser Größenordnung vorliegen.

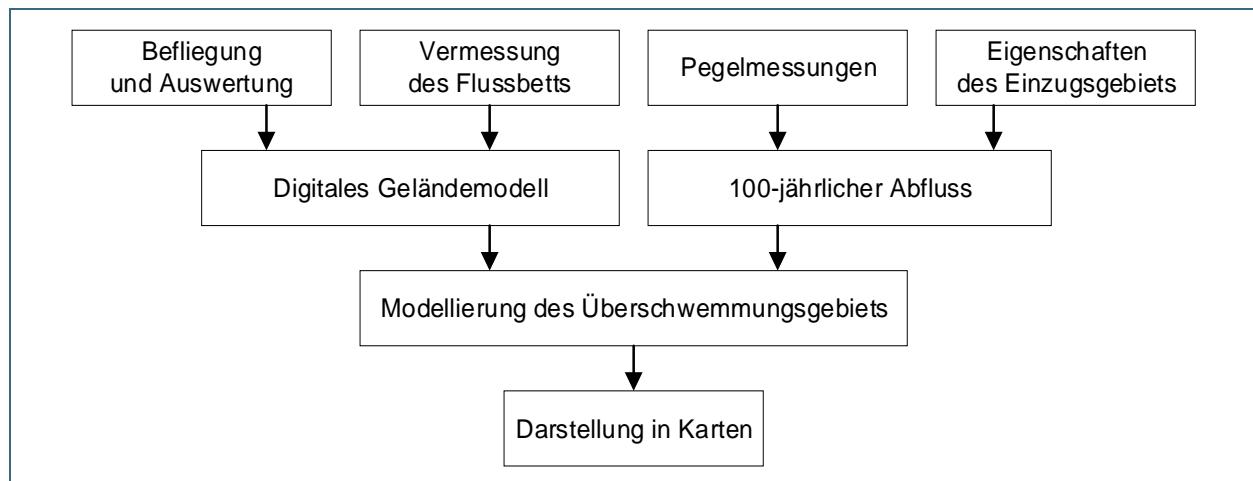


Abb. 1: Ablaufschema zur Ermittlung der Überschwemmungsgebiete

3 Digitales Geländemodell

3.1 Befliegung und Auswertung

Der gesamte Flussbereich wird in der vegetationsarmen Zeit mit sogenannten Laserscannern oder mit Luftbildkameras aufgenommen (siehe Abb. 2 und Abb. 3). Aus der Auswertung der Aufnahmen entsteht ein Digitales Geländemodell (DGM). Die Messgenauigkeit beträgt dabei ± 10 cm. Besonderer Wert wird auf die exakte Darstellung markanter Höhenpunkte wie Mulden, Kuppen, Deiche und Wälle gelegt. Weiterhin kann die Landnutzung für das gesamte Vorland des Gewässers durch Verwendung von Luftbildern oder vorhandener Kartenwerke abgeleitet werden.

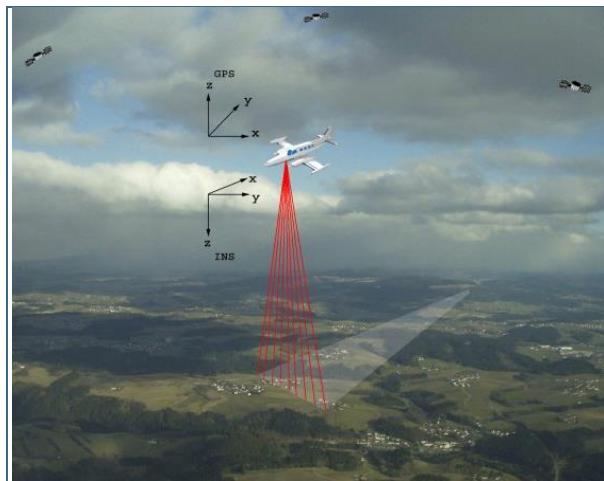


Abb. 2: Prinzip der photogrammetrischen Stereoaufnahme

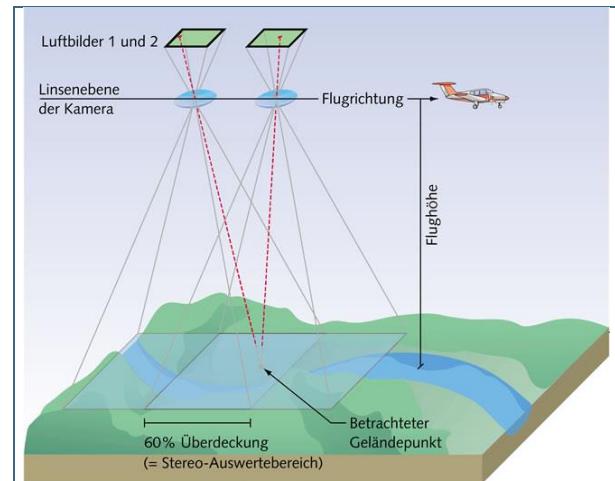


Abb. 3: Prinzip des Laserscanning (Laufzeitmessung von Laserstrahlen)

3.2 Vermessung des Flussprofils

Als zweite Informationsgrundlage für das digitale Höhenmodell wird das Flussbett vermessen. An den Flusskilometersteinen, im Abstand von 200 m, wird das Flussprofil bei größeren Gewässern von einem Boot aus aufgemessen (siehe Abb. 4). An kleinen und ungleichmäßigen Gewässern können die Abstände der vermessenen Flussprofile nach Bedarf auch deutlich enger gewählt werden. Zusätzlich werden Sonderprofile an hydraulisch maßgeblichen Querschnitten, z. B. an Wehren oder Brücken ermittelt.

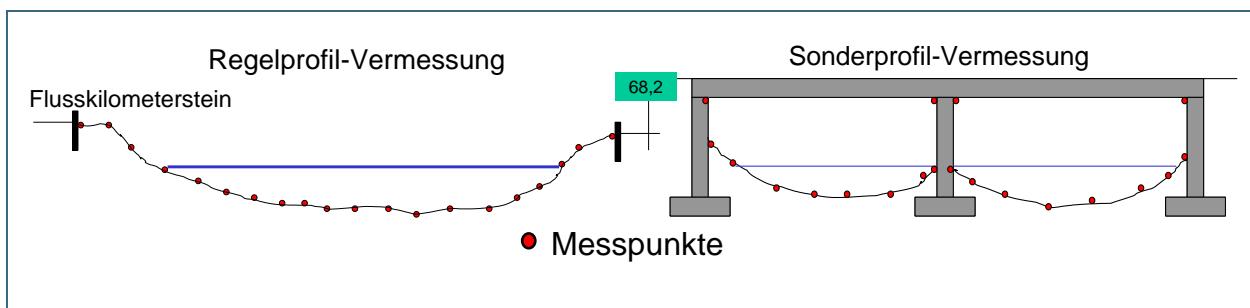


Abb. 4: Prinzip der Vermessung von Fluss- und Sonderprofilen

4 100-jährlicher Abfluss

Neben dem Digitalen Geländemodell stellt die Ermittlung des Abflusses für ein 100-jährliches Hochwasserereignis die zweite Säule bei der Ermittlung der Überschwemmungsgebiete dar (siehe Abb. 1). In der Regel existieren an den betrachteten Gewässern I. und II. Ordnung einige Pegelmessanlagen, an denen die Abflussmenge und der Wasserstand ständig aufgezeichnet werden. Aus den gemessenen Hochwasserereignissen wird mit mathematisch/statistischen Methoden das Hochwasser bestimmt, das im Mittel einmal in 100 Jahren erreicht oder überschritten wird (siehe Abb. 5).

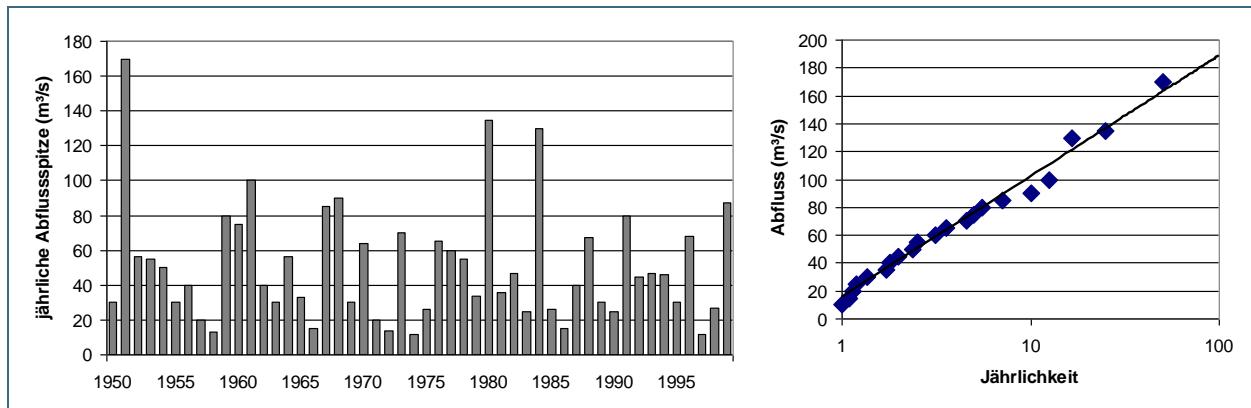


Abb. 5: Ermittlung des 100-jährlichen Abflusses (fiktives Beispiel). Im linken Teil der Abbildung sind die höchsten gemessenen Abflussspitzen des 50-jährigen Beobachtungszeitraums aufgetragen. Die Jährlichkeit ist im rechten Teil der Grafik dargestellt. Der 100-jährliche Abfluss (HQ_{100}) beträgt in diesem Beispiel ca. $190 \text{ m}^3/\text{s}$.

Falls keine Pegelmessanlagen bestehen bzw. der Aufzeichnungszeitraum zu kurz ist, besteht die Möglichkeit, den Abfluss eines Baches über den Gebietsniederschlag zu ermitteln. Den 100-jährlichen Niederschlagswert gibt der Deutsche Wetterdienst an Hand seiner Wetteraufzeichnungen vor. Unter Berücksichtigung der Form des Einzugsgebiets des Gewässers, der Gelände- und Bodeneigenschaften sowie der Bewirtschaftungsformen kann dann der Abfluss für ein 100-jährliches Ereignis berechnet werden.

5 Modellierung des Überschwemmungsgebiets

Grundsätzlich stehen zwei unterschiedliche Methoden zur Verfügung: Die eindimensionale und die zweidimensionale Modellierungsmethode. Der Name kommt daher, dass bei der 1d-Modellierung die Strömungsrichtung nur eindimensional, parallel zur Hauptfließrichtung angenommen wird, während bei der 2d-Modellierung die Strömung sowohl in Flussrichtung als auch seitlich in alle Richtungen verlaufen kann. Welche Berechnungsmethode anwendbar ist, hängt von den örtlichen Gegebenheiten des Flusslaufes ab. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe spezieller Software.

5.1 Eindimensionale Modellierung

Bei der 1d-Modellierung werden in regelmäßigen Abständen Profile durch Vermessung aufgenommen, die die Geometrie des Gewässerbetts abbilden. Mit Hilfe der Gewässerprofile wird eine so genannte Wasserspiegellagenberechnung durchgeführt, bei der die Wasserspiegellagen der einzelnen Profile aus den vorgegebenen Abflussmengen berechnet werden (siehe Abb. 6). Dabei müssen die unterschiedlichen Rauheiten der Oberfläche berücksichtigt werden. Sie werden aus Karten der Landbedeckung abgeleitet. Die Rauheit hat Einfluss auf die Fließgeschwindigkeit und den Abfluss und damit auf die Wasserspiegellagen. Als Ergebnis wird für jedes Flussprofil ermittelt, wie hoch das Wasser bei einem 100-jährlichen Hochwasser steht. Die Wasserspiegellagen werden mit dem digitalen Geländemodell verschnitten. Als Ergebnis erhält man die Grenzen des Überschwemmungsgebiets.

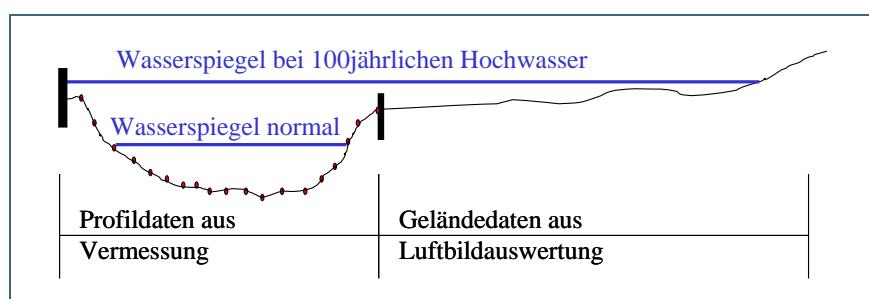


Abb. 6:
Grafische Veranschaulichung
des Vorgehens bei der
1d-Modellierung

Der Aufwand für die Beschaffung der Datengrundlagen und für die Berechnung ist im Allgemeinen mit eindimensionalen Modellen geringer. Berechnungen mit einem 1d-Modell sind aber nur bei einfachen gestreckten Gewässern geeignet, bei denen es nicht zu Rückhalt in der Fläche infolge von Ausuferungen kommt.

5.2 Zweidimensionale Modellierung

Bei der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten wird in Bayern seit vielen Jahren standardmäßig die 2d-Modellierung eingesetzt. Sie liefert auch dann gute Ergebnisse, wenn aufgrund hoher Strömungsgeschwindigkeiten und komplexer Geländestruktur Quer- und Rückströmungen auftreten bzw. nicht horizontale Wasserspiegellagen erwartet werden. Bildlich gesprochen läuft bei der 2d-Modellierung im Computer die tatsächliche Hochwasserwelle durch das digitale Geländemodell (siehe Abb. 7). Für jeden Punkt im Überschwemmungsgebiet kann somit angegeben werden, wie hoch er überschwemmt wird und welchen Strömungsgeschwindigkeiten er ausgesetzt ist (wichtige Daten z. B. für die Begutachtung von Bauvorhaben oder Tankanlagen im Überschwemmungsgebiet). Die Vor- und Nachteile der 2d-Modellierung sind im Folgenden stichpunktartig wiedergegeben:

Vorteile

- Ausweisung flächenhaft unterschiedlicher Wasserstände und Strömungsgeschwindigkeiten
- Möglichkeit zur detaillierten Analyse von Strömungsvorgängen im Gewässerbett und überströmten Vorlandbereichen
- Berechenbarkeit hydraulisch komplexer Situationen (Quer- und Rückströmungen, Strömungsverzweigungen/-vereinigungen, nichthorizontale Wasserspiegellagen)

Einschränkungen

- hohe Anforderungen an topographische Daten, insbesondere Notwendigkeit eines detaillierten Digitalen Geländemodells
- relativ großer Aufwand für die Erstellung eines Berechnungsnetzes

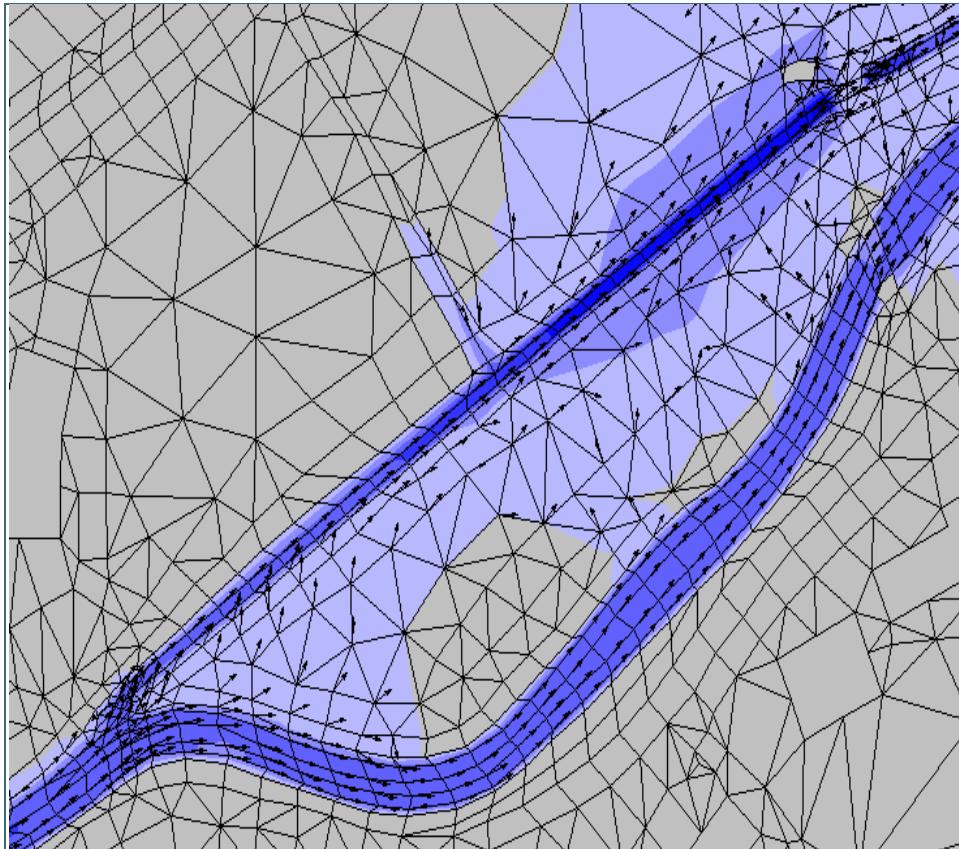


Abb. 7:
Ausschnitt eines Ergebnisses einer 2d-Modellierung. Die aus Höhenpunkten verknüpften Dreiecke stellen das Berechnungsnetz dar. Die Pfeile geben die Geschwindigkeit und Richtung der Strömung wieder, die verschiedenen Blautöne deuten unterschiedliche Überschwemmungstiefen an.

5.3 Überprüfung der Modelle an abgelaufenen Hochwasserereignissen

Um sicherzugehen, dass die Modellergebnisse die Situation in der Wirklichkeit auch korrekt widerspiegeln, werden sie an den Abfluss- und Wasserstandmessungen tatsächlich abgelaufener Hochwasserereignisse kalibriert bzw. geeicht. Deren Abfluss weicht in der Regel vom 100-jährlichen Hochwasser ab. Dementsprechend erfolgt die Nachbildung mit dem Abfluss des abgelaufenen Hochwassers. Die Modelle sind dann kalibriert, wenn das gemessene und das berechnete Überschwemmungsgebiet bzw. die Wasserspiegellagen übereinstimmen. Mit dem an die Wirklichkeit angepassten Modell kann dann das Überschwemmungsgebiet berechnet werden.

6 Glossar

100-jährlicher Abfluss (HQ_{100})

Abfluss, der an einem Standort im Mittel alle hundert Jahre erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen Mittelwert handelt, kann dieser Abfluss innerhalb von 100 Jahren mehrfach auftreten. Wenn Messzeiträume an Flüssen weniger als 100 Jahre umfassen, wird dieser Abfluss statistisch berechnet.

100-jährliches Hochwasser

Vergleiche: 100-jährlicher Abfluss

Bemessungshochwasser

Hochwasserereignis einer definierten Jährlichkeit (i. d. R. 100), welches der Ermittlung von (Bemessungs-) Wasserständen zur Dimensionierung (Bemessung) von Hochwasserschutz- und Stauanlagen oder zur Festsetzung von Überschwemmungsgebieten zu Grunde gelegt wird.

Bei Wildbächen (Wildbachgefährdungsbereiche) wird das Bemessungshochwasser unter Berücksichtigung der jeweiligen wildbachtypischen Eigenschaften festgelegt (Art. 46 Abs. 2 S. 2 BayWG). Für Wildbäche charakteristisch sind insbesondere eine zeitweise hohe Feststoffführung, rasch und stark wechselnden Abflüsse sowie streckenweise großes Gefälle.

Auch im Wirkungsbereich von Stauanlagen, die den Hochwasserabfluss maßgeblich beeinflussen können, erfolgt gegebenenfalls eine gesonderte Festlegung des Bemessungshochwassers im Einzelfall auf Grundlage der allgemein anerkannten Regeln der Technik (Art. 46 Abs. 2 S. 3 BayWG).

Bemessungsabfluss

Der Abfluss ist der Teil des gefallenen Niederschlags, der in Bäche und Flüsse gelangt und dort abfließt. Als Bemessungsabfluss bezeichnet man den rechnerischen Wert des Abflusses für ein Hochwasser mit einer gegebenen Jährlichkeit. Ein Abfluss wird in der Einheit m³/s angegeben.

Siehe auch: Bemessungshochwasser

Digitales Geländemodell

Ein digitales Geländemodell (DGM) stellt eine Abbildung der Erdoberfläche in Einzelpunkten dar, wobei jeder Punkt durch drei Koordinaten (Rechtswert, Hochwert und Höhe) gekennzeichnet ist. Die Erdoberfläche Bayerns wurde durch die Vermessungsverwaltung vollständig digital erfasst. Die digitalen Geländemodelle werden bei Bedarf durch erneute Befliegungen aktualisiert und bilden die Grundlage für die Durchführung von Wasserspiegelberechnungen, z. B. für die Ermittlung von Überschwemmungsgebieten.

Hochwasserereignis

Summe der Vorgänge und Wirkungen von einem oder mehreren Prozessen, die in räumlichem, zeitlichem und kausalem Zusammenhang stehen. Die Größenordnung eines Ereignisses wird durch die Ereignishäufigkeit (Jährlichkeit) und die Ereignisintensität (Abfluss) ausgedrückt.

Jährlichkeit

Die Jährlichkeit (einer Wasserstandshöhe oder Abflussmenge) gibt an, in welchem Zeitraum dieser Wert im statistischen Mittel erreicht oder überschritten wird (Wiederkehrintervall). Der 100-jährliche Abfluss wird im Mittel alle 100 Jahre erreicht oder überschritten.

Photogrammetrie, photogrammetrisch

In der Photogrammetrie werden aus Luftbildern die räumliche Lage sowie die Höhe von Objekten gemessen. Man spricht deshalb auch von Bildmessung.

Rückhalteraum / Retentionsfläche für Hochwasser

Retentions- bzw. Rückhalteraume dienen der Zwischenspeicherung von Hochwasser. Sie werden durch Aufstauen bzw. Überfluten aktiviert und können von Natur aus vorhanden oder künstlich geschaffen sein.

Überschwemmungsgebiete

Überschwemmungsgebiete sind Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei Hochwasser eines oberirdischen Gewässers überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden (§ 76 Abs. 1 WHG). Sie werden näher charakterisiert durch die betroffene Fläche und die am jeweiligen Punkt herrschende Wassertiefe (und ggf. Fließgeschwindigkeit).

Nach dem Wasserrecht müssen die Länder Überschwemmungsgebiete amtlich festsetzen. Dazu werden in Bayern von den Wasserwirtschaftsämtern diese Gebiete für ein 100-jährliches Hochwasser ermittelt. Sie dienen dann als Grundlage für die amtliche Festsetzung.

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
Telefax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bearbeitung:
Ref. 69 (ffd.)

Bildnachweis:
LfU

Stand:
07/2019

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahnahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.



Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.