

**Gew I, Isar,**  
Fluss-km 244,200 bis Fluss-km 263,315

# Antrag

auf  
**Festsetzung des Überschwemmungs-**  
**gebietes**

im Bereich der

**Gemeinden Krün und Wallgau und des**  
**Marktes Mittenwald**

**Landkreis Garmisch-Partenkirchen**

## Inhaltsverzeichnis

### Anlagen

- 1 Erläuterungsbericht**
- 2 Vorgehensweise bei der Ermittlung von Überschwemmungs-  
gebieten**
- 3 Übersichtskarte Ü18 (M 1:25.000)**
- 4 Detailkarten K206 bis K218 (M 1:2.500)**



**Festsetzung des Überschwemmungsgebiets der Isar,  
Gewässer I, von Flusskilometer 244,200 bis 263,315  
Gemeinden Krün, Wallgau und Markt Mittenwald  
Landkreis Garmisch-Partenkirchen**

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**

**1. Anlass, Zuständigkeit**

Nach § 76 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind die Länder verpflichtet innerhalb der Hochwasserrisikogebiete die Überschwemmungsgebiete für ein  $HQ_{100}$  bis zum 22. Dezember 2013 und die zur Hochwasserentlastung und -rückhaltung beanspruchten Gebiete ohne Frist festzusetzen bzw. vorläufig zu sichern. Zudem können nach Art. 46 Abs. 3 BayWG sonstige Überschwemmungsgebiete festgesetzt werden. Nach Art. 46 Abs. 1 Satz 1 BayWG sind hierfür die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und die Kreisverwaltungsbehörden zuständig.

Nach Art. 46 Abs. 2 Satz 1 BayWG ist als Bemessungshochwasser für das Überschwemmungsgebiet ein  $HQ_{100}$  zu wählen. Die Ausnahmen der Sätze 2 und 3 (Wildbachgefährdungsbereich bzw. Wirkungsbereich einer Stauanlage) greifen hier nicht.

Das  $HQ_{100}$  ist ein Hochwasserereignis, das mit der Wahrscheinlichkeit 1/100 in einem Jahr erreicht oder überschritten wird bzw. das im statistischen Durchschnitt in 100 Jahren einmal erreicht oder überschritten wird. Da es sich um einen statistischen Wert handelt, kann das Ereignis innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.

Der hier betrachtete Abschnitt der Isar von Fluss-km 244,200 bis 263,315 liegt im Bereich des Hochwasserrisikogebiets nach § 73 Abs. 1 in Verbindung mit § 73 Abs. 5 Satz 2 Nr. 1 WHG und ist daher verpflichtend als Überschwemmungsgebiet festzusetzen beziehungsweise vorläufig zu sichern.

Da das Überschwemmungsgebiet ausschließlich im Bereich des Landkreises Garmisch-Partenkirchen liegt ist für die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets das Wasserwirtschaftsamt Weilheim und für das durchzuführende Festsetzungsverfahren die Kreisverwaltungsbehörde Garmisch-Partenkirchen sachlich und örtlich zuständig.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen ist eine amtliche Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen für ein HQ<sub>100</sub> möglich.

## **2. Ziel**

Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten dient dem Erhalt von Rückhalteflächen, der Bildung von Risikobewusstsein und der Gefahrenabwehr. Damit sollen insbesondere:

- ein schadloser Hochwasserabfluss sichergestellt werden,
- Gefahren kenntlich gemacht werden,
- freie, unbebaute Flächen als Retentionsraum geschützt und erhalten werden und
- in bebauten und beplanten Gebieten Schäden durch Hochwasser verringert bzw. vermieden werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Überschwemmungsgebiet nicht um eine behördliche Planung handelt, sondern um die Ermittlung, Darstellung und rechtliche Festsetzung einer von Natur aus bestehenden Hochwassergefahr.

## **3. Örtliche Verhältnisse und Grundlagen**

### **3.1. Hydrogeologische Situation**

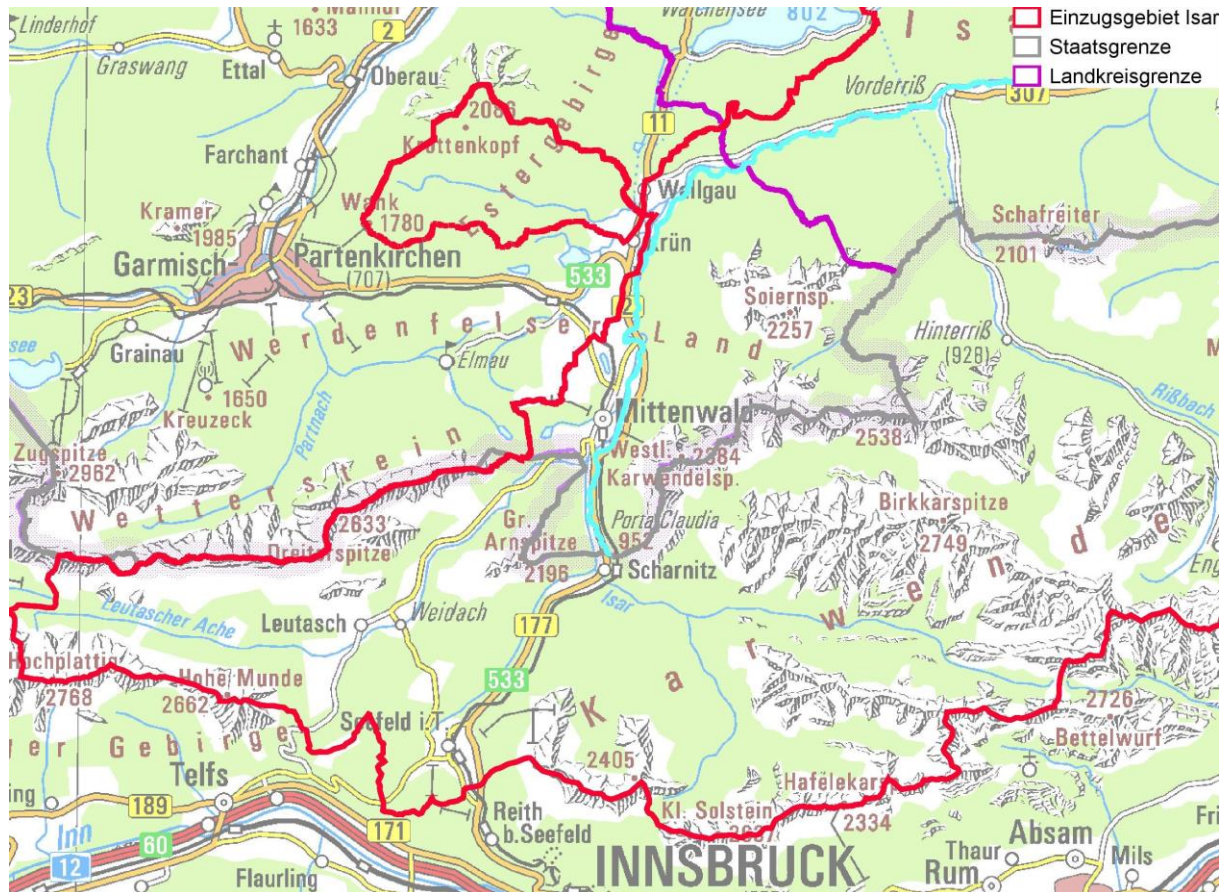
Hydrogeologisch liegt der gesamte untersuchte Bereich im Teilraum der nördlichen Kalkalpen. Die nördlichen Kalkalpen sind ein vorwiegend aus Karbonat Gesteinen aufgebautes Faltengebirge, das sich bis nach Österreich fortsetzt. Kennzeichnend sind quartäre, kiesig-sandige Verfüllungen der Talräume, die eine hohe Durchlässigkeit besitzen. An der oberen Isar versickert ein nicht unwesentlicher Anteil des Abflusses unter Ausbildung eines großen Grundwasserstroms im, mit quartären Schottern aufgefüllten, Talraum.

### **3.2 Gewässer**

Der Isarursprung liegt im Hinterautal, einem österreichischen Tal des Karwendels, auf einer Höhe von 1160 müNN. Der Lafatscherbach, der mit etwa 5 km längste Quellfluss der Isar, entspringt auf einer Höhe von etwa 1770 m. Die Birkkarspitze stellt mit einer Höhe von 2749 müNN den höchsten Punkt des Einzugsgebiets dar. Die Isar besitzt im Oberlauf eine Vielzahl an Seitengewässern, die zum großen Teil Wildbachcharakter besitzen. Auf österreichischer Seite münden oberhalb von Scharnitz unter anderem der Karwendel- und der Gleirschbach in die Isar. Der größte Zufluss im Landkreis Garmisch-Partenkirchen resultiert aus der Leutascher Ach, die nördlich von Mittenwald in die Isar mündet. Die Fließlänge der Isar vom Ursprung bis zur Bundesgrenze beträgt etwa 32 km.

### 3.3 Hydrologische Daten

Das Einzugsgebiet der Isar (*Abbildung 1*) umfasst bis zum Krüner Wehr eine Fläche von 448 km<sup>2</sup>. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe liegt zwischen 1300 und 2000 mm, in den Hochlagen des Karwendels erreicht sie noch höhere Werte.



**Abbildung 1: südliches Einzugsgebiet der Isar**

Die Ermittlung des Bemessungsabflusses ist an der oberen Isar sehr komplex, da erhebliche Anteile des Abflusses in den durchlässigen Talverfüllungen versickern. Die Versickerung ist vom Zustand der Sohle und der Aufnahmefähigkeit des Untergrundes abhängig und deshalb nicht konstant. Im hydrologischen Längsschnitt (*Tabelle 1*) ist neben dem Abfluss im Flussbett der Isar auch der Gesamtabfluss inklusive des Grundwasserstroms angegeben. Für die hydraulische Berechnung der Überschwemmungsgrenzen werden die Abflusswerte ohne den Grundwasserstrom verwendet. Für den Betrieb des Walchenseekraftwerks wird ein Teil des Abflusses des Kranzbachs und des Finzbachs in den Walchensee übergeleitet. Am Krüner Wehr werden maximal 25 m<sup>3</sup>/s in den Walchensee übergeleitet. Im Hochwasserfall wird die Ausleitung aus dem Krüner Wehr verschlossen, es erfolgt keine Überleitung in den Walchensee.

Am Pegel Mittenwald beträgt das HQ<sub>100</sub> 180 m<sup>3</sup>/s, zusätzlich fließen 35 m<sup>3</sup>/s über den Grundwasserstrom ab. Der höchste gemessene Abfluss am Pegel Mittenwald datiert vom 23.08.2005. Der Abfluss lag mit 194 m<sup>3</sup>/s über dem 100-jährlichen Ereignis, konnte aber ohne größere Ausuferungen in Mittenwald abgeführt werden. Am 10.08.1970 und beim Pfingsthochwasser 1999 wurden Abflüsse von 163 m<sup>3</sup>/s, beziehungsweise 160 m<sup>3</sup>/s gemessen.

**Tabelle 1: Auszug aus dem hydrologischen Längsschnitt der Isar**

	<b>Flusskilometer</b>	<b>HQ<sub>100</sub> m³/s</b>
Pegel Scharnitz	264,000	130
	259,385	115 (150)*
unterhalb Leutascher Ach	259,200	175 (210)*
Pegel Mittenwald	257,518	180 (215)*
unterhalb Gassellahnbach	255,600	185 (220)*
unterhalb Lainbach	254,800	190 (225)*
unterhalb Seinsbach	253,890	195 (230)*
Krüner Wehr (geschlossen)	250,700	205 (240)*
oberhalb Finz- und Kranzbach	247,400	210 (245)*
unterhalb Finz- und Kranzbach	247,400	240 (275)*

\* Abfluss inklusive des Grundwasserstroms von 35 m³/s

### **3.4 Natur und Landschaft, Gewässercharakter**

Im Einzugsgebiet der Isar befinden sich mehrere Naturschutzgebiete. Direkt unterhalb der Staatsgrenze fließt die Isar durch das Naturschutzgebiet Riedboden. Zwischen dem Krüner Stausee und der Landkreisgrenze liegt das Gewässerbett der Isar durchgehend im Naturschutzgebiet Karwendel und Karwendelvorgebirge. Zudem befinden sich mehrere Landschaftsschutzgebiete und FFH-Gebiete im Einzugsgebiet der oberen Isar.

Im Bereich der Talebenen befindet sich Grünland, ein Großteil des Einzugsgebietes ist mit Wald bedeckt. In den hohen Lagen des Karwendels befinden sich großflächige, zusammenhängende vegetationslose Bereiche.

Im Bereich von Mittenwald wurde die Isar bereits im 19. Jahrhundert verbaut. Die Hochwasserereignisse von 1999 und 2005 machten deutlich, dass eine Verbesserung des Hochwasserschutzes im Bereich von Mittenwald notwendig ist. Das Hochwasser von 2005 konnte zwar ohne größere Ausuferungen abgeführt werden, allerdings war der Freibord teilweise sehr gering. Zudem wurden Absturzbauwerke und Uferverbauungen teilweise stark beschädigt beziehungsweise zerstört. Daraufhin erfolgte zwischen 2006 und 2011 eine Instandsetzung des Hochwasserschutzes im Bereich der Gemeinde Mittenwald. Das Krüner Wehr stellt ein Hindernis für den natürlichen Geschiebetransport der Isar dar und führt zu Ablagerungen im Krüner Stausee. Infolge von Staurationsspülungen entstehen unterhalb des Krüner Wehrs Geschiebeauflandungen im Abflussgerinne. Um den Hochwasserschutz des Ortsteils Gries sicherzustellen sind hier Geschiebeentnahmen notwendig. Zusätzlich ist die Gemeinde Krün durch eine massiven Uferverbau und einen Hochwasserdeich geschützt. Zwischen dem Krü-

ner Wehr und der Mündung in den Sylvensteinspeicher besitzt die unverbaute Isar Wildflusscharakter. Kennzeichnend ist das teilweise mehrere hundert Meter breite, mit Kies aufgefüllte Flussbett, in dem permanente Verlagerungen des Hauptflussbetts stattfinden.

#### **4. Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen**

Die Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen basiert auf einer zweidimensionalen Berechnung der Wasserspiegellagen mit dem Programm Hydro\_AS-2d. Die Berechnung beginnt an der Bundesgrenze zwischen Scharnitz und Mittenwald und endet etwa 500 m unterhalb der Einmündung des Finzbachs. Das digitale Geländemodell basiert auf der Grundlage einer photogrammetrischen Befliegung aus dem Jahr 2000 und wurde mit Laser\_AS-2d ausgedünnt. Aus den Daten der photogrammetrischen Befliegung wurde auch die Landnutzung abgeleitet. Der Isarstausee bei Krün wurde mit Echolot vermessen und das daraus erstellte digitale Geländemodell in das Modell eingearbeitet. Zur Erstellung des Flussschlauchs wurden Flussprofile terrestrisch vermessen und georeferenziert.

Vor der Ermittlung der Überschwemmungsflächen erfolgte, mit Hilfe der vorliegenden Wasserspiegelfixierungen der Hochwasserereignisse von 1970 und 1999, eine Kalibrierung und Verifizierung des Modells.

Unterhalb dieses Bereiches erfolgte bis an den Sylvensteinspeicher im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen eine vereinfachte zweidimensionale Berechnung der Wasserspiegellagen. Da unterhalb von Wallgau keine Siedlungsgebiete oder übergeordnete Infrastrukturen von Überschwemmungen der Isar betroffen sind, ist die vereinfachte Berechnung der Wasserspiegellagen ausreichend genau. Das digitale Geländemodell der vereinfachten Ermittlung basiert im Bereich des Landkreises Garmisch-Partenkirchens auf den Laserscandaten einer Befliegung des Jahres 2006.

Die aus den hydraulischen Berechnungen gewonnenen Wasserspiegelhöhen für das  $HQ_{100}$  wurden mit dem Geländemodell verschnitten und so die Überschwemmungsgrenzen ermittelt, die in den Detailkarten  $M = 1:2.500$  flächig, hellblau abgesetzt mit Begrenzungslinie dargestellt sind. Grundlage der Pläne sind digitale Flurkarten. Die festzusetzenden Bereiche sind dunkelblau schraffiert. Alle vom Hochwasser ganz oder teilweise berührten Gebäude werden rosafarben hervorgehoben.

Die oben genannte Begrenzungslinie wird zur Veröffentlichung im Amtsblatt auch im Maßstab  $M = 1:25.000$  in einer Übersichtskarte dargestellt.

Kleinstflächige Bereiche (etwa  $< 20 \text{ m}^2$ ) wie z. B. Gartenterrassen, welche inselartig oberhalb des Wasserspiegels bei  $HQ_{100}$  liegen, sind aus Gründen der Lesbarkeit nicht von der Schraffur im Lageplan ausgenommen. Gleiches gilt auch für Rückstauereffekte an (Straßen-) Gräben, Seitengräben oder dergleichen, soweit es zu keinen flächigen Ausuferungen kommt.

In der Detailkarte  $M = 1:2.500$  werden in größeren Abständen die maximal auftretenden

Wasserstände des  $HQ_{100}$  als Höhenkoten dargestellt. Eine Ausnahme liegt im Bereich des Marktes Mittenwald vor, in dem keine Wasserspiegellagen angegeben werden. Dies liegt daran, dass das Berechnungsmodell nicht an die zwischen 2006 und 2011 ausgeführte Eintiefung der Gewässersohle in Mittenwald angepasst wurde. Seit der Beendigung der Baumaßnahmen kommt es im Bereich des Marktes Mittenwald beim  $HQ_{100}$  inklusive 15% Klimazuschlag zu keinen Ausuferungen mehr. Zusätzlich dazu ist ein Freibord von mindestens 1,0 Meter eingehalten.

Der hohe Kiesanteil in der Flusssohle der Isar führt zu Anlandungen und der Ausbildung von Kiesbänken die bei Hochwasserabflüssen ihre Lage wieder verändern. Die in der Berechnung verwendeten Querprofile bilden die Isar gut ab, sie stellen aber nur eine Momentaufnahme dar. In kleinräumigen Bereichen kann es deshalb zu einer Verschiebung der Grenzen des Überschwemmungsgebiets kommen. Dies gilt im Besonderen für den Bereich der Finzbachmündung, in dem es zu regelmäßigen Geschiebeentnahmen kommt.

## **5. Rechtsfolgen**

Nach der Festsetzung des Überschwemmungsgebiets gelten die Regelungen des § 78 WHG in Verbindung mit der Rechtsverordnung zur Festsetzung des Überschwemmungsgebiets.

## **6. Sonstiges**

Es wird darauf hingewiesen, dass die Nebengewässer nicht Gegenstand dieses Verfahrens sind. Die Überschwemmungsgrenzen dieser Bäche wären für ein  $HQ_{100}$  separat zu ermitteln. Sie können lokal größer, als die hier für die Isar berechneten, rückstaubedingten Überschwemmungsflächen sein.

Für die Festlegung von Regelungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist die Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft des Landratsamtes zu beteiligen.

Wasserwirtschaftsamt Weilheim, den

Kriegsch, Ltd. BD





# **Vorgehensweise bei der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten**

## **Inhalt**

1. Ziel
2. Vorgehensweise
3. Digitales Geländemodell
  - 3.1 Befliegung und Auswertung
  - 3.2 Vermessung des Flussprofils
4. 100-jährlicher Abfluss
5. Modellierung des Überschwemmungsgebietes
  - 5.1 Eindimensionale Modellierung
  - 5.2 Zweidimensional Modellierung
  - 5.3 Vereinfachte zweidimensionale Modellierung
  - 5.4 Überprüfung an abgelaufenen Hochwasserereignissen

## **Glossar**

## 1. Ziel

Dieses Schreiben erläutert das Vorgehen der Wasserwirtschaftsämter bei der Ermittlung der Überschwemmungsgebiete. Es dient zum besseren Verständnis der Unterlagen (Karte des Überschwemmungsgebietes und Erläuterungstext), die von den Wasserwirtschaftsämtern bei den Landratsämtern vorgelegt werden. Interessante Informationen rund um das Thema Überschwemmungsgebiete sind auch im Internet unter [www.iug.bayern.de](http://www.iug.bayern.de) (Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern) zu finden.

## 2. Vorgehensweise

Die Ermittlung der Überschwemmungsgebiete in Bayern erfolgt meist mit Hilfe eines hydraulischen Modells. In das Modell gehen wie in Abb. 1 dargestellt, Daten zur Geländeoberfläche (Topographie) 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.

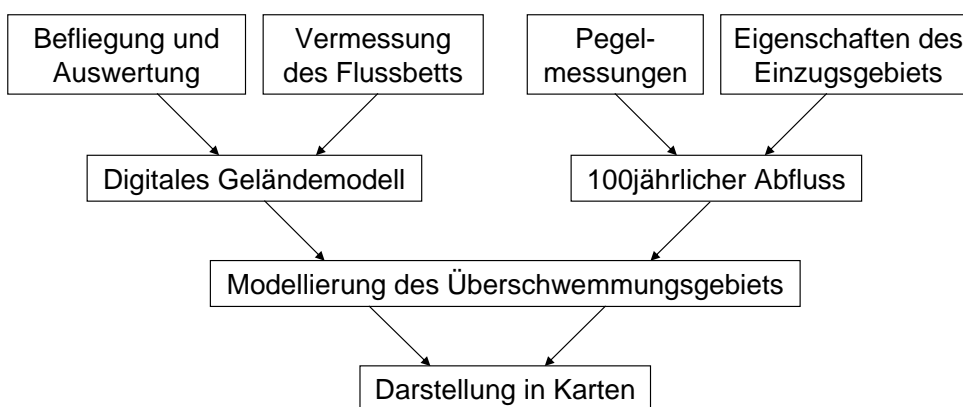


Abb. 1: Ablaufschema zur Ermittlung der Überschwemmungsgebiete

## 3. Digitales Geländemodell

### 3.1 Befliegung und Auswertung

Der gesamte Flussbereich wird in der vegetationsarmen Zeit mit sog. Laserscannern oder mit Luftbildkameras aufgenommen (siehe Abb. 2a und b). Aus der Auswertung der Aufnahmen entsteht ein Digitales Geländemodell (DGM). Die Messgenauigkeit beträgt dabei  $\pm 10$  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.

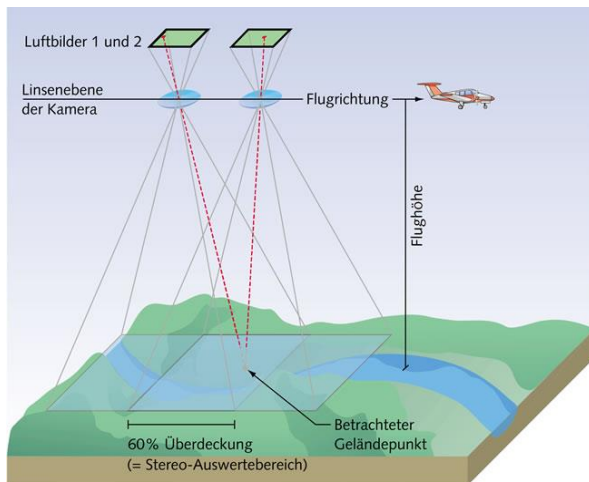


Abb. 2a: Prinzip der photogrammetrischen Stereoaufnahme

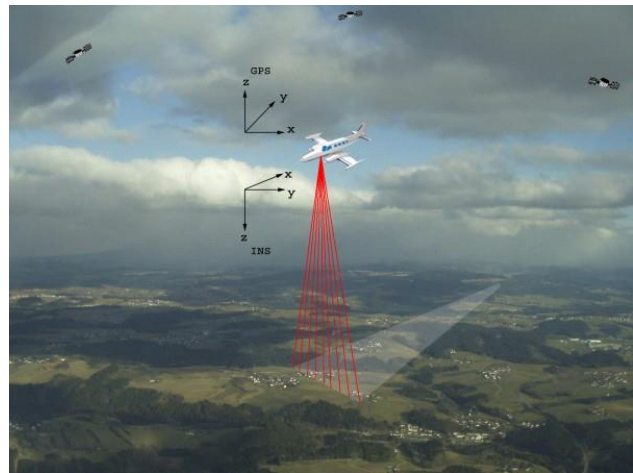


Abb. 2b: Prinzip des Laserscanning (Laufzeitmessung von Laserstrahlen)

### 3.2 Vermessung des Flussprofils

Als zweite Informationsgrundlage für das digitale Höhenmodell wird das Flussbett vermessen. Alle 200 m wird das Flussprofil bei größeren Gewässern von einem Boot aus aufgemessen (siehe Abb. 3). Zusätzlich werden Sonderprofile an hydraulisch maßgeblichen Querschnitten, wie beispielsweise Wehren oder Brücken, ermittelt.

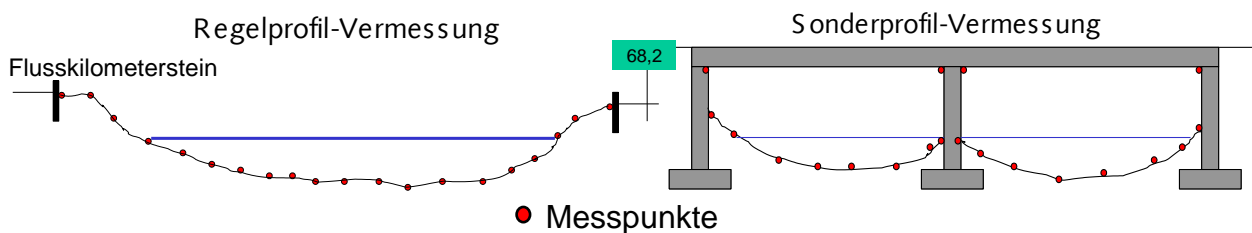


Abb. 3: Prinzip der Vermessung des Fluss- und Sonderprofilen

## 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 jedem bearbeiteten Gewässer I. und II. Ordnung einige Pegelmessanlagen, an denen regelmäßig die Abflussmenge und der Wasserstand gemessen werden. Aus den gemessenen Hochwasserereignissen wird mit mathematisch-statistischen Methoden das Hochwasser bestimmt, das im Mittel alle 100 Jahre einmal erreicht oder überschritten wird (siehe Abb. 4).

Falls keine Pegelmessanlagen bestehen bzw. der Aufzeichnungszeitraum zu kurz ist, besteht die Möglichkeit, den Abfluss eines Gewässers 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.

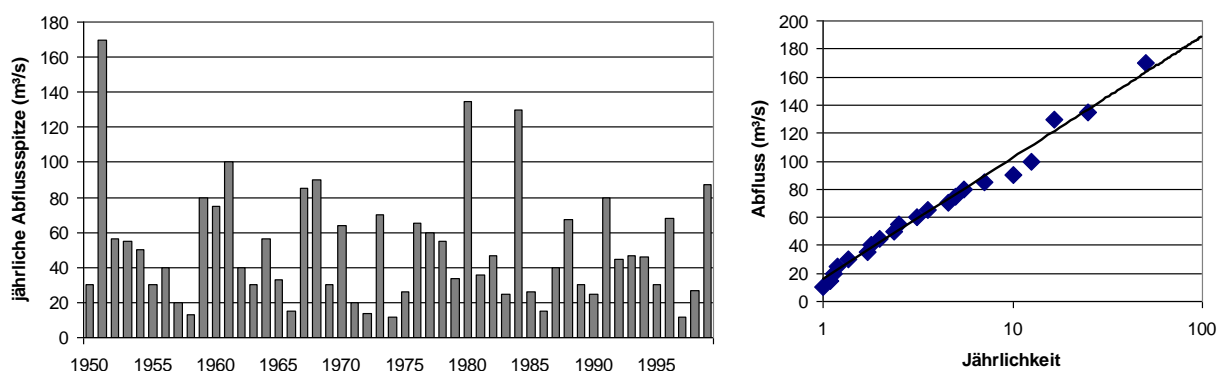


Abb. 4: Ermittlung des 100-jährlichen Abflusses (fiktives Beispiel). Im linken Teil der Abbildung sind die höchsten gemessenen Abflussspitzen des 50jährigen Beobachtungszeitraums aufgetragen. Die Jährlichkeit ist im rechten Teil der Graphik dargestellt. Der 100-jährliche Abfluss ( $HQ_{100}$ ) beträgt in diesem Beispiel dann  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 5. Modellierung des Überschwemmungsgebiets

Grundsätzlich stehen zwei unterschiedliche Modelle zur Verfügung: Die eindimensionale und die zweidimensionale Modellierung. 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 sowie entgegen zur Flussrichtung (Rückströmungen) verlaufen kann. Welche Berechnungsmethode anwendbar ist, hängt von den örtlichen Gegebenheiten des Flusslaufes ab. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe einer speziellen Software.

### 5.1 Eindimensionale Modellierung

Bei der 1d-Modellierung werden in regelmäßigen Abständen Profile durch das dreidimensionale Geländemodell generiert. Mit Hilfe der Flussprofile wird eine so genannte Wasserspiegellagenberechnung durchgeführt, bei der die Wasserspiegellagen der einzelnen Profile aus den vorgegebenen Abflussmengen berechnet werden (siehe Abb. 5). Dabei müssen die unterschiedlichen Rauheiten der Oberfläche berücksichtigt werden. Sie werden aus Karten der Landbedeckung abgeleitet. Die Rauheit hat Einfluss auf die Fließgeschwindigkeit 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.

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 ohne Rückstauerscheinungen geeignet.

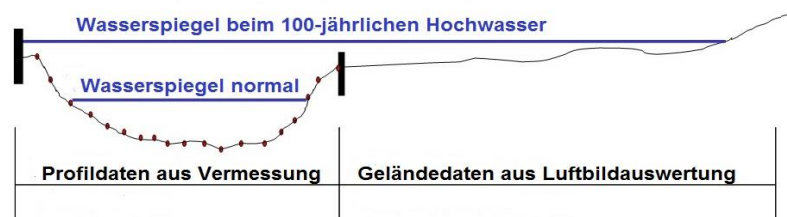


Abb. 5: Graphische Veranschaulichung des Vorgehens bei der 1d-Modellierung

## 5.2 Zweidimensionale Modellierung

Die 2d-Modellierung muss verwendet werden, falls aufgrund hoher Strömungsgeschwindigkeiten und komplexer Geländestruktur Quer- und Rückströmungen auftreten bzw. nicht horizontale Wasserspiegellagen erwartet werden. Bildlich gesprochen läuft bei der 2d-Modellierung am Computer wirklich die Hochwasserwelle durch das Berechnungsnetz (siehe Abb. 6). Das Berechnungsnetz setzt sich aus dem digitalen Geländemodell und dem aus terrestrisch vermessenen Flussprofilen erstellten Flussschlauch zusammen. 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 Tankanlagen im Überschwemmungsgebiet). Die Vor- und Nachteile der 2d-Modellierung sind im Folgenden stichpunktartig wiedergegeben:

### Vorteile

- Ausweisung flächenhaft diversifizierter Wasserstände und Strömungsgeschwindigkeiten
- Möglichkeit zur detaillierten Analyse von Strömungsvorgängen im Flussschlauch 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

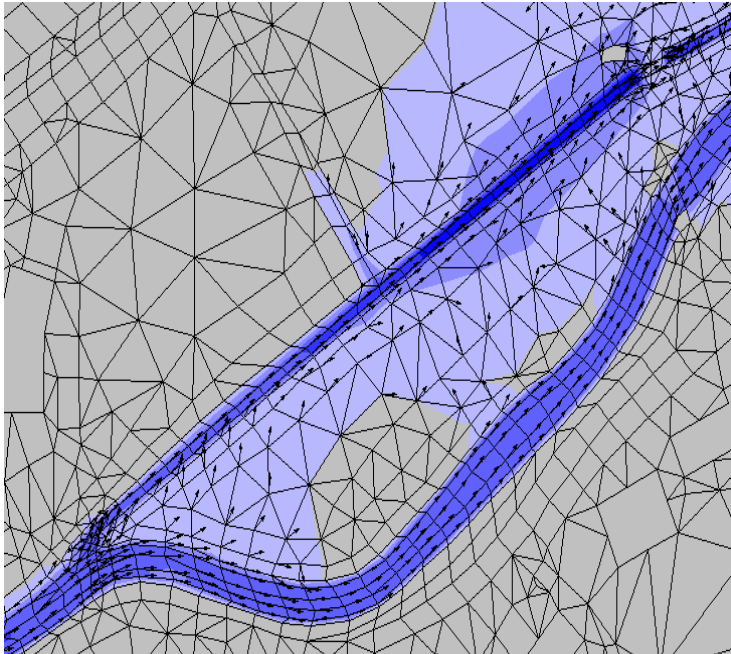


Abb. 6: Ausschnitt eines Ergebnisses einer 2d-Modellierung. Die aus Höhenpunkten verknüpften Dreiecke stellen das Berechnungsnetz dar. Die Pfeile geben die Geschwindigkeit und Richtung der Strömung wieder, die verschiedenen Blautöne deuten unterschiedliche Überschwemmungstiefen an.

### 5.3 Vereinfachte zweidimensionale Modellierung

Bei der vereinfachten 2d-Modellierung wird auf die Vermessung von Flussprofilen verzichtet. Das Abflussmodell wird ausschließlich aus Laserscandaten erstellt. Damit entfällt im Vergleich zur zweidimensionalen Modellierung neben der Vermessung von Flussprofilen auch die Erstellung des Flussschlauchs. Die vereinfachte zweidimensionale Modellierung erreicht nicht die Genauigkeit der 2d-Modellierung, ist aber weniger aufwendig. Sie wird deshalb hauptsächlich in Bereichen angewandt, in denen bei Hochwasserereignissen keine große Betroffenheit entsteht.

### 5.4 Überprüfung der Modelle an abgelaufenen Hochwasserereignissen

Um sicher zu gehen, dass die Modellergebnisse die Situation in der Wirklichkeit auch korrekt widerspiegeln, werden sie an den Abfluss- und Wasserstandmessungen tatsächlich abgelaufener Hochwasserereignisse kalibriert bzw. geeicht. 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.

## Glossar

### **100-jährlicher Abfluss (HQ<sub>100</sub>)**

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

### **100-jährliches Hochwasser**

Siehe 100-jährlicher Abfluss

### **Bemessungsabfluss**

Der Abfluss ist der Teil des gefallen Niederschlags, der in Bäche und Flüsse gelangt und dort abfließt. Der Ermittlung eines Überschwemmungsgebiets oder der Dimensionierung von Hochwasserschutzanlagen wird ein geeigneter (maßgeblicher) Wasserabfluss mit bestimmter Jährlichkeit zu Grunde gelegt. Diesen Hochwasserabfluss nennt man Bemessungsabfluss. Für den Hochwasserschutz von Siedlungen und Verkehrsanlagen wird als Bemessungsabfluss der 100-jährliche Abfluss (HQ<sub>100</sub>) verwendet. Dieser Wert ist im § 76 des Wasserhaushaltsgesetzes vorgegeben.

### **Bemessungshochwasser**

Rechnerischer Wert für ein Hochwasser mit einer gegebenen Jährlichkeit

Siehe auch Bemessungsabfluss

### **Digitales Geländemodell**

Ein Digitales Geländemodell stellt eine Abbildung der Erdoberfläche in Einzelpunkten dar, wobei jeder Punkt durch drei Koordinaten (Rechtswert, Hochwert und Höhe über Normalnull) gekennzeichnet ist. Die Erdoberfläche ist zahlenmäßig (digital) durch EDV (elektronische Datenverarbeitung) erfasst. Digitale Geländemodelle bilden die Grundlage für die Durchführung von Wasserspiegelberechnungen.

### **Hochwasserereignis**

Unter Hochwasserereignis versteht man das Anschwellen des Wasserdurchflusses und damit die Erhöhung des Wasserstands in einem oberirdischen Gewässer in Folge von Niederschlägen.

**Jährlichkeit**

Unter diesem Begriff versteht man den zeitlichen Abstand, in dem ein Ereignis (z.B. gekennzeichnet durch den Wasserabfluss) im Mittel entweder einmal erreicht oder überschritten wird (z.B. 100-jährlicher Abfluss  $HQ_{100}$ )

**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**

In der Flussaue, das heißt seitlich des Flussbettes, wird bei Überschwemmung das ausgeferte Wasser zwischengespeichert (natürlicher Rückhalteraum). Dies führt dazu, dass das Wasser flussabwärts langsamer steigt, die Hochwasserwelle verzögert wird und flacher verläuft. Der Effekt der Rückhaltung ist umso größer, je geringer das Fließgefälle ist.

**Überschwemmungsgebiete**

Überschwemmungsgebiete sind Flächen zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern sowie sonstige Flächen, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen werden oder für die Rückhaltung von Hochwasser oder für Hochwasserentlastungen beansprucht werden. 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.