

# Inhaltsverzeichnis

Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten .....	1
Ablauf für die Erstellung des Hochwasserrisikomanagement-Plans .....	1
Ermittlung der Risikokulisse.....	1
Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten .....	2
Hochwassergefahrenkarten.....	3
Hochwasserrisikokarten .....	4
Ablauf für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten .....	4
Geländemodell .....	5
Abflussganglinie .....	5
Niederschlags-Abflussmodell (NA-Modell) .....	6
Hydrodynamisches Modell .....	7
Hochwasserrisikomanagement-Plan .....	7
Was bedeuten eine Gefahrenfläche für mich? .....	7
Wo finde ich Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten? .....	8
Starkregen und Sturzfluten .....	8
Literatur .....	9

# Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten

Hochwasserrisikomanagement hat den umsichtigen Umgang mit Hochwasser von der Quelle bis zur Mündung zum Ziel. So sollen Risiken für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und andere Schutzgüter nachhaltig reduziert werden. In einem ersten Schritt werden Gebiete mit erhöhtem Hochwasserrisiko ermittelt („Fortschreibung der Risikokulisse“). Für diese Gebiete werden Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt. Die Karten sind die Grundlage für die Hochwasserrisikomanagement-Pläne, die Maßnahmen zum Hochwasserschutz und zur -vorsorge enthalten. Außerdem werden die Karten von Kommunen als Entscheidungshilfe für kommunale Planungen (z.B. bei der Bauleitplanung) genutzt und dienen Einzelpersonen dazu, persönliche Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

Zudem bieten die Wasserwirtschaftsämter den Kommunen, in denen Gefährdungen für Schutzgüter bestehen, Beratungsgespräche an. Beim sogenannten „Risikodialog“ werden mit unterschiedlichen Akteur\*innen, wie z.B. kommunalen Vertreter\*innen, der örtlichen Feuerwehr und Personen oder Ver- und Entsorgungsbetrieben, eine Risikobewertung durchgeführt sowie Maßnahmen festgelegt. Diese gehen wiederum in die Hochwasserrisikopläne ein. Alle 6 Jahre werden diese Risikodialoge in der Regel wiederholt.

Weiterführende Informationen zum Hochwasserrisikomanagement mit Karten und Publikationen zum Download sind auf der Internetseite des Landesamt für Umwelt zu finden: [https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw\\_risikomanagement\\_umsetzung/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/index.htm)

## Ablauf für die Erstellung des Hochwasserrisikomanagement-Plans

2007 ist die europäische „Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ in Kraft getreten, in der ein dreistufiges Verfahren vorgegeben wurde. Zuständig ist in Bayern das Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Die drei Stufen sind die Fortschreibung der Risikokulisse, die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten und auf deren Basis die Erarbeitung von Hochwasserrisikomanagementplänen. Die drei Stufen werden in einem 6-Jahres-Zyklus aktualisiert.

### Ermittlung der Risikokulisse

Um eine systematische Bestandsaufnahme von Hochwasserschwerpunkten zu gewährleisten werden alle bayrischen Gewässer, für die ein besonderes Hochwasserrisiko besteht, ermittelt. Dabei stehen das Risiko für die vier Schutzgüter menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit / erhebliche Sachwerte im Mittelpunkt. Betrachtet werden grundsätzlich Einzugsgebiete mit einer Größe von mehr als 10 km<sup>2</sup> oder kleinere Einzugsgebiete, sofern dort größere Hochwasserschäden in der Vergangenheit bekannt sind.

Die Gewässer mit besonderem Hochwasserrisiko in Bayern (Stand 2018) sind in Abbildung 1 dargestellt.

Die meisten kleineren Gewässer – in der Regel Gewässer dritter Ordnung - sind nicht in der Risikokulisse abgebildet. Die Verantwortlichkeit für Hochwasserberechnungen und Hochwasserschutzmaßnahmen liegt hier direkt bei den Kommunen. Die Wasserwirtschaftsämter unterstützen hierbei durch Beratung und Förderung.

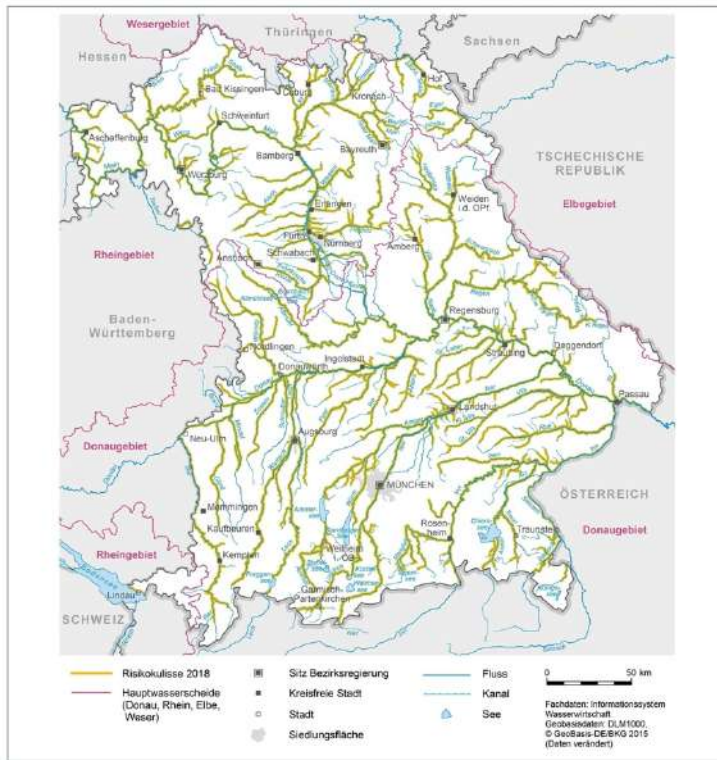


Abbildung 1: Gewässer mit besonderem Hochwasserrisiko in Bayern, Stand 2018 (Quelle: Landesamt für Umwelt)

## Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten

Für Gebiete mit besonderem Hochwasserrisiko werden Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten erstellt. Beide stellen Hochwässer verschiedener Jährlichkeiten, sowie Hochwasserschutzeinrichtungen auf einem topographischen Kartenhintergrund dar. Folgende Hochwasserszenarien werden betrachtet:

„In der Fachsprache werden Hochwasserereignisse gewisser Häufigkeit mit dem Kürzel HQ und einem beschreibenden, tiefgestellten Index bezeichnet“

- Hochwasser mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit = Häufiges Hochwasserereignis (HQ<sub>häufig</sub>)
- Hochwasser mit mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit = 100-jährliches Hochwasser (HQ<sub>100</sub>)
- Hochwasser mit niedriger Eintrittswahrscheinlichkeit = Extremhochwasser (HQ<sub>extrem</sub>)

**HQ<sub>häufig</sub>:** Unter diesem Ereignis versteht man ein Hochwasser, das statistisch alle 5-20 Jahre auftritt. In der Regel wird für die Darstellung von Hochwassergefahrenflächen ein Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall von 10 Jahren, also das HQ<sub>10</sub> herangezogen. Diese Hochwasserhäufigkeit stellt nur eine Zusatzinformation dar und ist nicht für alle Risikogewässer in Bayern verfügbar.

**HQ<sub>100</sub>:** Diese Größe stellt einen Abfluss dar, der statistisch gesehen einmal alle hundert Jahre auftritt. Da es sich um einen Mittelwert handelt, kann dieser Abfluss aber innerhalb von 100 Jahren mehrfach auftreten. Wenn der Messzeitraum kürzer als 100 Jahre ist, kann der 100-jährliche Abfluss durch statistische Berechnungen bestimmt werden.

**HQ<sub>extrem</sub>:** Dieser Wert entspricht etwa einem HQ<sub>1000</sub> und wird nach einheitlichen Standards gemäß den Datengrundlagen der bayrischen Gewässer bestimmt oder abgeschätzt. Bei diesem Szenario sind Hochwasserschutzanlagen in der Regel unwirksam, da sie nicht für solche seltenen Extremereignisse ausgelegt sind.

**„Das Hochwasserrisiko wird von der Hochwassergefährdung und der Nutzung des betroffenen Gebiets bestimmt. So kann z.B. die Gefährdung durch sehr hohe Wassertiefen groß sein. Wenn aber nur Grünflächen betroffen sind ist das Hochwasserrisiko dennoch relativ gering. Andererseits können geringere Wassertiefen in einem dicht besiedelten Gebiet ein hohes Hochwasserrisiko bedeuten, weil viele Schutzgüter betroffen sind.“**

## HOCHWASSERGEFAHRENKARTEN

Bei Hochwassergefahrenkarten gibt es zwei verschiedene Kartentypen: „Eintrittswahrscheinlichkeit“ und „Wassertiefe“. Der Kartentyp „Eintrittswahrscheinlichkeit“ stellt Überflutungsflächen für die unterschiedlichen Hochwasserszenarien in einer Karte dar.

Beim Kartentyp „Wassertiefe“ werden die zu erwarteten Wassertiefen in fünf Abstufungen angezeigt. Für jedes Hochwasserszenario (HQ<sub>häufig</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>extrem</sub>) gibt es eine Karte. Die Wassertiefen werden in Blautönen dargestellt. Hierbei gilt, umso dunkler die Farbe ist, umso größer ist die Wassertiefe.

Außerdem zeigen die Gefahrenkarten Wassertiefen in den sogenannten geschützten Gebiete. Das sind Bereiche, die durch Schutzmaßnahmen (Deiche, Mauern, mobile Elemente etc.) vor Überflutungen beim HQ<sub>100</sub> geschützt sind. Da auch hier ein Risiko verbleibt - etwa wenn die geschützten Gebiete bei Deichbrüchen oder durch ansteigendes Grundwasser überflutet werden - werden die Wassertiefen in Gelb-Orange-Tönen angezeigt. Die Darstellung ist nicht für alle Risikogewässer in Bayern verfügbar.

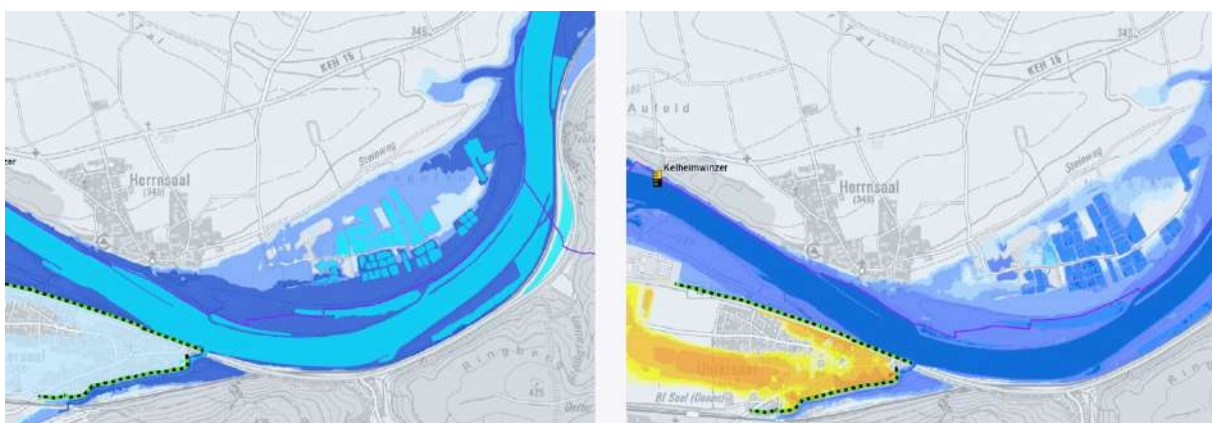


Abbildung 2: Hochwassergefahrenkarte „Eintrittswahrscheinlichkeit“ (linkes Bild, alle Szenarien sind dargestellt) und „Wassertiefen“ (rechtes Bild, Szenario HQ100), (Quelle: Landesamt für Umwelt)

## HOCHWASSERRISIKOKARTEN

Hochwasserrisikokarten hingegen stellen die Betroffenheit bei Hochwasser dar, indem die Hochwassergefahrenflächen mit Landnutzungsdaten verschnitten werden. Vor allem die vier Schutzgüter menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit/erhebliche Sachwerte sind dabei zu berücksichtigen. Dadurch kann man für die verschiedenen Nutzungen auf die zu erwartenden Schäden schließen, die bei Eintreten einer Überflutung auftreten. Im Mittelpunkt stehen hier die Folgen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt.

Bei den Hochwasserrisikokarten gibt es für jedes Szenario (HQ<sub>häufig</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>extrem</sub>) eine Karte. Neben den Flächennutzungen sind auch Industrieanlagen, von denen eine Gefahr für die Umwelt ausgehen könnte, sowie Wasserschutz-, Naturschutzgebiete und Kulturgüter dargestellt.

Ergänzend zu den Hochwasserrisikokarten gibt es noch Beiblätter, die für Städte und Gemeinden erstellt werden. In den Beiblättern sind statistische Größen und Hintergrundinformationen zu den Schutzgütern (z.B. Anzahl der betroffenen Einwohner\*innen) enthalten. Vor allem für die Planung von Maßnahmen können solche Informationen von großer Bedeutung sein.

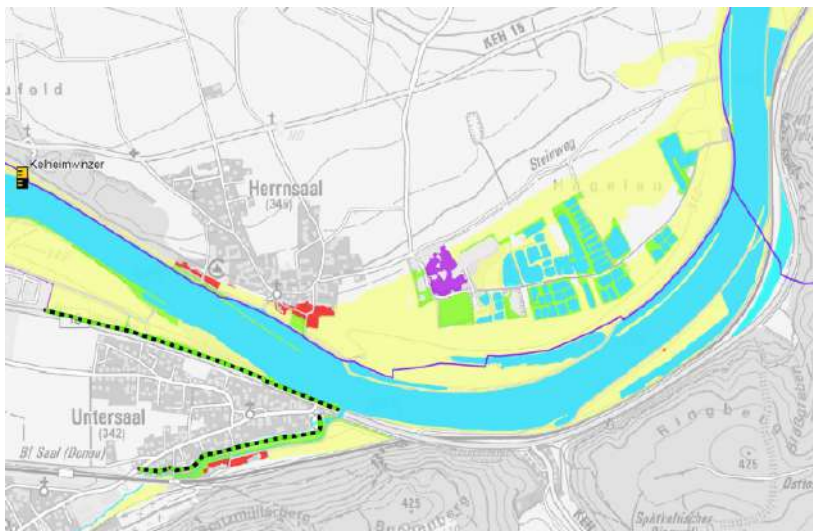


Abbildung 3: Hochwasserrisikokarte (Quelle: Landesamt für Umwelt)

## Ablauf für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten

Die Hochwassergefahrenkarten werden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt in Zusammenarbeit mit den Wasserwirtschaftsämtern und Ingenieurbüros erstellt. Basis sind Computersimulationen, die das Ausmaß verschiedener Szenarien berechnen. Die einzelnen Schritte und Grundlagendaten werden im Folgenden näher erläutert.



## GELÄNDEMODELL

Die gesamte Landesfläche von Bayern ist im sogenannten „Digitalen Geländemodell“ erfasst, welches die Grundlage für alle weiteren Arbeitsschritte bildet. Das digitale Geländemodell bildet die Geländeoberfläche von Bayern sehr detailliert ab und wird mittels flug-gestützter Laservermessungen erstellt. Da hier auch Gebäude, Waldstrukturen etc. miterfasst werden, wird das Geländemodell nachbearbeitet, um nur die rein topographischen Strukturen (Oberflächenstruktur, Gewässerläufe etc.) zu erhalten. Mit einer Vermessungsdichte von mindestens 4 Messpunkten pro  $\text{m}^2$  (seit 2012, davor mindestens 1 Messpunkt pro  $\text{m}^2$ ) ist das Geländemodell sehr exakt.

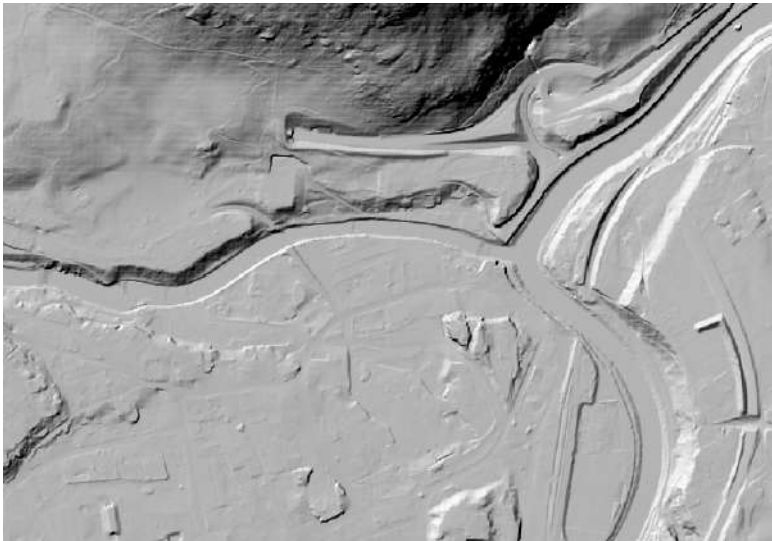


Abbildung 4: Digitales Geländemodell

Trotz der hohen Genauigkeit wird dieses Modell durch terrestrische Vermessungen („vom Boden aus“) ergänzt. Vor allem im Gewässerbereich, wo der Laser die Wasseroberfläche nicht durchdringen kann und daher nicht die echte Flusssohle darstellt, werden zusätzlich Flussprofile aufgenommen. Außerdem werden hydraulisch relevante Einbauten wie Wehranlagen, Brücken oder Mauern vermessen.

## ABFLUSSGANGLINIE

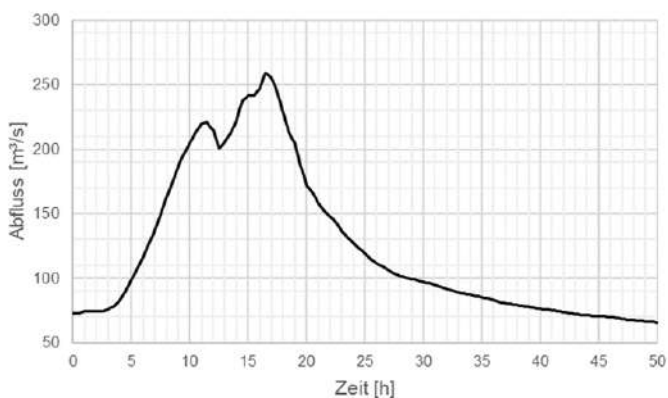


Abbildung 5: Abflussganglinie eines tatsächlich abgelaufenen Hochwasserereignisses. Die horizontale Achse gibt die Zeit in Minuten an, die vertikale Achse den Abfluss in Kubikmetern pro Sekunde, der an der bestimmten Stelle fließt. Je nach Regendauer und Größe des Einzugsgebiets erreicht der Abfluss irgendwann eine Spitze (im vorliegenden Beispiel gibt es eine kleinere Spitze nach 11 Stunden und die eigentliche Spitze nach 15 Stunden), diese flacht dann wieder ab.

Die Ganglinien für ein Computermodell werden in der Regel anhand von Daten erstellt, die an Pegelmessstellen aufgezeichnet werden. Hierbei gilt: je länger die beobachtete Zeitreihe ist, umso genauer und verlässlicher können Abflusswerte festgelegt werden.

Gibt es keine Pegelmessstellen im Projektgebiet oder sind die Zeitreihen zu kurz, werden die Abflusswerte entweder auf Basis einer regionalen Betrachtung oder über ein Niederschlags-Abfluss-Modell ermittelt, in dem aus Niederschlagsdaten unter Berücksichtigung von Verlusten (Verdunstung, Versickerung, etc.) Abflussmengen berechnet werden.

## NIEDERSCHLAGS-ABFLUSSMODELL (NA-MODELL)

Unter Berücksichtigung der Geländeform, der Landnutzung und der Bodeneigenschaften sowie von Verlustbeiwerten wird ein Computermodell erstellt, das aus einer definierten Niederschlagsmenge und Niederschlagsdauer die zugehörige Abflussganglinie berechnet. Je nach Größe und Beschaffenheit des Einzugsgebietes können unterschiedliche Eingangsdaten verwendet werden um möglichst realitätsnahe Ergebnisse zu erzielen. Typischerweise werden bei NA-Modellierungen die Abflussganglinien für die Hochwasserereignisse  $HQ_{\text{häufig}}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{extrem}}$  ermittelt.

Für die Kalibrierung des Modells werden zudem beobachtete historische Hochwasserereignisse herangezogen. Diese Informationen gewinnt man beispielsweise aus alten Aufzeichnungen, von Hochwassermarken oder durch die Berichte von Ortsansässigen.



Abbildung 6: Hochwassermarken der Salzach. Das größte Ereignis wurde an dieser Stelle im Jahr 1899 registriert

## HYDRODYNAMISCHES MODELL

Das hydrodynamische Modell ist nun jenes Instrument, mit dem aus dem Geländemodell und den Abflussganglinien Überflutungsflächen berechnet werden. Das Geländemodell wird dazu noch mit Rauigkeiten ergänzt, welche die unterschiedlichen Strukturen der Geländeoberfläche widerspiegeln. Dies ist wichtig, da die Rauigkeiten maßgeblich den Fließwiderstand und somit die Fließgeschwindigkeit beeinflussen. Auf einer sehr glatten Asphaltoberfläche fließt das Wasser beispielsweise viel schneller ab als auf einem Getreidefeld im Sommer, wo der Oberflächenabfluss durch die Pflanzungen stark gebremst wird. Andere lokale Begebenheiten wie der Transport von Geröll während eines Hochwasserereignisses oder die Änderung der Vegetation mit dem Jahresverlauf müssen nach Bedarf auch miteinbezogen werden.

**„Die Hydrodynamik ist die Lehre von den Bewegungen einer Flüssigkeit und den dabei wirksamen Kräften“**

## Hochwasserrisikomanagement-Plan

Anhand der Ergebnisse der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten werden strategische Pläne entwickelt, die Maßnahmen zur Verringerung des Hochwasserrisikos enthalten. Die Maßnahmen sind den vier Aspekten des Hochwasserrisikomanagements: Risikovermeidung, Schutz, Vorsorge und Nachsorge zugeordnet. Es werden also nicht nur rein technische Schutzmaßnahmen betrachtet, vielmehr handelt es sich um eine Kombination aus unterschiedlichen Maßnahmen die landesweit, regional oder lokal wirken und fach- und ressortübergreifend von verschiedenen Akteuren erarbeitet werden.

## Was bedeuten eine Gefahrenfläche für mich?

In erster Linie dienen Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten als Informationsgrundlage für Bürger\*innen und Behörden. Sie dienen als Basis für den Katastrophenschutz (hier vor allem  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{extrem}}$ ), für Hochwasserrisikomanagementpläne und für die Eigenvorsorge von Grundstücksbesitzer\*innen. So können bereits vor einem Hochwasserereignis gezielte Maßnahmen getroffen werden. Gemeinden verwenden diese Pläne auch als Entscheidungshilfe bei kommunaler und städtebaulicher Planung, bei Fragen zur Gewerbeansiedlung und der Bauleitplanung.

Die Bereiche eines  $HQ_{100}$  werden von der Kreisverwaltungsbehörde als Überschwemmungsgebiet ausgewiesen. Mit der Ausweisung zu einem solchen Gebiet gehen gesetzlich unmittelbar geltende Verbote einher. Hierzu zählen unter anderem ein Verbot der Errichtung oder Erweiterung baulicher Anlagen, ein Verbot der dauerhaften Holzlagerung oder ein Verbot von Geländeerhöhungen oder -vertiefungen. Grundlage hierfür sind das Deutsche Wasserhaushaltsgesetz (WHG) (Abschnitt 6 – Hochwasserschutz) sowie das Bayerische Wassergesetz (BayWG).

Grundsätzlich ist jede Person, die durch ein Hochwasser potentiell gefährdet ist selbst dafür verantwortlich sich zu schützen und Maßnahmen zu ergreifen - allerdings nur in einem zumutbaren Rahmen.



# Wo finde ich Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten?

Im Umweltatlas Bayern (<https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/>) können die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten unter dem Themenbereich „Naturgefahren“ eingesehen werden. Für die richtige Handhabung der Website verfügt diese über ein Benutzerhinweis-Handbuch in der die wichtigsten Schritte erklärt werden. Ebenso besteht dort auch die Möglichkeit, gewisse Bereiche als PDF-Karten zu öffnen und auszudrucken. Einsehen kann man diese Informationen auch unter [www.iug.bayern.de](http://www.iug.bayern.de)

Eine weitere Möglichkeit besteht über das LfU-Internetportal im Themenbereich „Umsetzung des Hochwasserrisikomanagements in Bayern“. Im Themenkomplex „Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten“ können Karten nach Gemeindegebiet heruntergeladen werden. Außerdem sind noch weiterführende Informationen und Publikationen zum Thema zu finden (z.B. die Lesehilfe - Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten)

[https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw\\_risikomanagement\\_umsetzung/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/index.htm)

Unter „Hochwasserinfo Bayern“ (<https://www.hochwasserinfo.bayern.de/>) können Informationen zur Aktuellen Lage, zur Eigenvorsorge oder zu weiterführenden Themen abgerufen werden.

## Starkregen und Sturzfluten

Starkregen bedeutet, dass der Niederschlag mit hoher Intensität auf die Erdoberfläche fällt. Wenn so viel Niederschlag fällt, dass der Boden diesen nicht mehr aufnehmen kann oder wenn der Boden vorher schon wassergesättigt war, fließt das Wasser als Oberflächenabfluss, auch fernab von einem Gewässerbett ab. Besonders starker Oberflächenabfluss, der durch extremen Starkregen verursacht wird, wird auch Sturzflut genannt. Sturzfluten sind besonders plötzlich und unerwartet auftretende Hochwasserereignisse, die durch Starkregenereignisse ausgelöst werden.

Sturzfluten können sehr gefährlich werden, da das strömende Wasser große Kräfte entwickeln und teilweise auch schwere Gegenstände (Autos, Holz, Siloballen etc.) mitreißen kann. An Bauwerken können sie schwere Schäden verursachen. Tritt Wasser in Gebäude ein, können Keller und Tiefgaragen sehr gefährlich werden, da schon bei wenigen Zentimetern Wassertiefe der Wasserdruck ausreicht, um Fenster und Türen zu blockieren und somit keine Fluchtmöglichkeit besteht.

Sturzfluten werden in den Hochwassergefahrenkarten nicht abgebildet. Im Projekt HiOS (**H**inweiskarte **O**berflächenabfluss & **S**urzflut), das von der TU München im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umwelt bearbeitet wird, werden Gefährdungen durch Sturzflut untersucht. Ziel ist es, eine bayernweite Hinweiskarte zu erarbeiten.

Weiterführende Informationen sind unter [www.hios-projekt.de](http://www.hios-projekt.de) zu finden.

# Literatur

*BMLUF (2011): die.wildbach -Richtlinie für die Gefahrenzonenplanung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.). BMLFUW-LE.3.3.3/0185-IV/5/2007. Fassung vom 04. Februar 2011. Wien*

*BMLUF (2015): Leben Mit Naturgefahren Ratgeber Für Die Eigenvorsorge Bei Hochwasser, Muren, Lawinen, Steinschlag Und Rutschungen. Aktualisierte Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.). Wien*

*BMNT (2018): Technische Richtlinie für die Gefahrenzonenplanungen gem. § 42a WRG. Bundesministerium Für Nachhaltigkeit Und Tourismus (Hrsg.). Fassung Jänner 2018. GZ: UW.3.3.3/0023-IV/6/2016. Wien*

*LfU (2019): Hochwassergefahren erkennen, Risiken bewerten, gemeinsam handeln – Hochwasserrisikomanagement. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.).*

*LfU (2020): Lesehilfe - Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten – Hochwasserrisikomanagement. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.).*

*Walter T., Eidenberger M., Schmid F., Somogyi W., Stampfl C., Weingraber F. (2019): Gefahrenzonenpläne Oberösterreich ohne Wildbacheinzugsgebiete. Amt der Oö. Landesregierung Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft Abteilung Wasserwirtschaft (Hrsg.). Linz*