



# Leben mit dem Fluss Hochwasser im Spiegel der Zeit



## Impressum

### Leben mit dem Fluss Hochwasser im Spiegel der Zeit

ISBN (Druck-Version): 978-3-936385-29-8

ISBN (Online-Version): 978-3-936385-31-1

#### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: (08 21) 90 71 - 0  
Fax: (08 21) 90 71 - 55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

#### Bearbeitung/Text/Konzept:

Marco Bernhardt, Joerg Ernsberger,  
Josef Feuchtgruber, Bernd Grünwald,  
Karl Hafner, Karin Henning, Franz-Klemens  
Holle, Günter Hopf, Michael Klüpfel,  
Dr. Tobias Lang, Frank Pilhofer, Reinhard  
Prokoph, Carmen Roth, Ulrich Steigner,  
Hans Weber, Klaus Winklmaier

#### Redaktion/Lektorat/Gestaltung:

Pro Natur GmbH, Frankfurt; [www.pronatur.de](http://www.pronatur.de)  
LfU, Referat 12 u. 13  
StMUGV, Abteilung Wasserwirtschaft

#### Bildnachweis:

Siehe Seite 97

#### Titelbild:

Einsturz der Ludwigsbrücke bei Hochwasser  
in München 1813. Gemälde aus dem  
Stadtmuseum München, Künstler unbekannt.

#### Druck:

Kessler Druck + Medien GmbH, Bobingen  
Auflage: 10 000 Stück  
Gedruckt auf Papier aus 100% Altpapier

#### Stand:

August 2008

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt  
zusammengestellt. Eine Gewähr für die  
Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch  
nicht übernommen werden. Sofern in dieser  
Druckschrift auf Internetangebote Dritter  
hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte  
nicht verantwortlich.



*BAYERN DIREKT ist Ihr direkter  
Draht zur Bayerischen Staatsregierung.  
Unter Tel. (01801) 20 10 10 (3,9 Cent  
pro Minute aus dem Festnetz der*

*Deutschen Telekom) oder per E-Mail unter  
[direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial  
und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und  
Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständi-  
gen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen  
Staatsregierung.*



Leben mit dem Fluss  
**Hochwasser**  
im Spiegel der Zeit



Dr. Otmar Bernhard, MdL  
Staatsminister



Dr. Marcel Huber, MdL  
Staatssekretär

## Liebe Leserin, lieber Leser!

Hochwasser sind Naturereignisse, die es immer gab und auch künftig immer geben wird. Sie können extreme Schäden anrichten und sogar Menschenleben fordern. Nur Historiker werden das vermutlich größte Hochwasser des letzten Jahrtausend am St. Magdalenen-tag des Jahres 1342 kennen. Die Hochwasser-Ereignisse der vergangenen Jahre dagegen haben wir noch gut in Erinnerung.

Die Menschen, darin sind sich die Fachleute einig, haben im Lauf der Jahrhunderte durch immer höherwertigere Nutzungen am Gewässer das Ausmaß der Schäden mit verstärkt. Spätestens bei Hochwasser, wenn der Fluss mehr Raum beansprucht, werden die Konflikte sichtbar – auf der einen Seite die Dynamik des Flusses, auf der anderen Seite die Landnutzungen durch den Menschen an scheinbar ungefährlichen Ufern. Heute liegen in den Talauen – trotz der immer wiederkehrenden Hochwassergefahr – unsere bevorzugten Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen. Die Experten prognostizieren, dass extreme Hochwasserereignisse infolge des Klimawandels künftig sogar noch häufiger auftreten werden. Menschen, die sich bisher in Sicherheit wähnten, könnten auf einmal (wieder) gefährdet sein.

Sind wir den Naturgefahren schutzlos ausgeliefert? Natürlich nicht! Der Schutz vor Naturgefahren ist gerade in Bayern schon seit vielen Jahren ein wichtiges Anliegen, insbesondere der Schutz vor Hochwasser. Im Jahr 2001 hat Bayern ein umfassendes integriertes Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020 mit einer Laufzeit von

20 Jahren und einem Gesamtinvestitionsvolumen von 2,3 Milliarden Euro aufgelegt. Hochwasserprobleme integral im gesamten Flusseinzugsgebiet zu betrachten und entsprechend angepasste Lösungen – mit den Elementen natürlicher Rückhalt, technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge – zu erarbeiten, ist in Bayern gängige Praxis. Aufgrund des Klimawandels haben wir bei Neuplanungen von Schutzmaßnahmen bereits einen zusätzlichen Klimaänderungszuschlag von 15% eingeführt. Der Erfolg zeigt, dass das Konzept greift: Die Schäden beim Augusthochwasser 2005 zum Beispiel waren mit 172 Millionen Euro nur halb so hoch wie bei dem von 1999 – trotz wesentlich höherer Pegelstände an Isar und Inn! Wir sind mittlerweile besser gegen Hochwasser geschützt. Dennoch müssen wir uns stets im Klaren sein, dass es nie einen hundertprozentigen Schutz gegen diese Naturgewalt geben kann und jeder auch persönlich vorsorgen muss.

Allerdings geraten die durch Hochwasser angerichteten Schäden und persönliches Leid allzu schnell in Vergessenheit. Je länger Schadensereignisse zurückliegen, desto geringer ist die Rolle, die sie im gesellschaftlichen Bewusstsein spielen. Das ist bedauerlich, weil damit der „Respekt“ vor dem Hochwasser verloren geht und damit die Chance, sich rechtzeitig zu schützen. Oft genügt jedoch ein kurzer Blick in die Vergangenheit, um die Erinnerung und das Bewusstsein um die Gefahren durch Hochwasser wach zu halten. Wider das Vergessen und für nachhaltigen vorausschauenden Schutz unserer Bürgerinnen und Bürgern – dies ist das Anliegen der vorliegenden Broschüre.

## Liebe Leserin, lieber Leser!

---

„Die Natur kennt keine Katastrophen. Katastrophen kennt allein der Mensch“ – dieser Satz von Max Frisch gilt besonders für Hochwasser: Denn die Natur ist Hochwasser gewohnt – und wichtige Lebensräume wie Auwälder brauchen es sogar. Aber für den Menschen steigen die Schäden, denn er baut seine Siedlungen und Straßen immer näher an die Flüsse heran. Allein in Bayern haben Hochwasser in den letzten Jahren Schäden in dreistelliger Millionenhöhe angerichtet. Weltweit verursacht Hochwasser sogar rund ein Drittel aller volkswirtschaftlichen Schäden, die durch Naturkatastrophen entstehen. Dabei hat sich das Ausmaß der Schäden bei ähnlichen Hochwässern in den letzten dreißig Jahren verdoppelt – aus einem simplen Grund: Wo früher Vorratskeller waren, stehen heute hochwertige Elektrogeräte wie Waschmaschinen und Computer oder die Keller werden als Tiefgaragen und Steuerungszentralen von Betrieben und Unternehmen genutzt.

Heute sind die Zeiten vorbei, in denen regionale Gruppen gegen den Hochwasserschutz mobil machten, mit Slogans wie: „Wir wollen nicht 1000 Jahre eingemauert sein – nur um einmal nicht nass zu werden!“. Dennoch muss im Bewusstsein noch mehr verankert werden, dass mit Hochwasser jederzeit zu rechnen ist, denn die Sicherheit der wasserarmen Zeiten ist trügerisch. Flüsse nehmen keine Rücksicht auf Nutzungen in ihrem Auslaufrevier, sie lassen sich nicht zähmen und Hochwasser ist als Extremereignis nicht vorhersagbar. Die vielleicht größte Gefahr geht deshalb von der „Halbwertszeit des Vergessens“ aus: Ist das Hoch-

wasser erst einmal abgeklungen, ist auch die Gefahr bald wieder vergessen und die Bauvorhaben in Überschwemmungsgebieten sind nicht mehr tabu. Das nächste Hochwasser kann dann wieder dieselbe zerstörerische Gewalt entfalten.

Unser Anliegen ist es, das Bewusstsein für die Hochwassergefahren aufrecht zu erhalten und zu stärken. Diese Broschüre portraitiert daher fast ein Dutzend Städte im Main- und im Donaugebiet, die immer wieder überschwemmt wurden. Historische Archivaldokumente lassen durch Stiche, alte Fotos, Pläne und Chroniken fast 1000 Jahre Hochwassergeschichte wieder lebendig werden. Daneben kommt auch die Gegenwart nicht zu kurz: Die Fragen des aktuellen Hochwasserschutzes werden ebenso angesprochen wie die Hochwassergefahr an alpinen Wildbächen. Ein Blick auf den Klimawandel und seine Auswirkungen rundet das Thema ab.

Liebe Leserinnen und Leser, die vorgelegte Broschüre ist eine Fundgrube für alle historisch Interessierten. Zugleich ist sie eine deutliche Warnung: Hochwasser hat es immer gegeben und wird es immer geben, denn Hochwasser ist ein Naturereignis und lässt sich nicht verhindern. Entscheidend ist jedoch, wie wir damit umgehen. Damit aus Naturereignissen keine Katastrophen werden.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Albert Göttle', written in a cursive style.

Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle  
Präsident

# Leben mit dem Fluss – Schicksal oder Chance?

Hochwasser ist ein Prozess der Biosphäre wie Ebbe und Flut oder auch Trockenzeit und Regenzeit. Hochwasser sind Naturphänomene eines sich selbst regulierenden Systems, das durch komplexe Vernetzungen und deren Auswirkungen eine ständige Fortentwicklung des Lebens in seiner Vielfalt fördert. Hochwasser haben für dieses System in ursprünglichen Landschaften eine entscheidende Bedeutung. Überschwemmungen erreichen und verändern weite Flächen, fördern ihre Fruchtbarkeit und schaffen Lebensräume für unzählige Arten, die hier ihre Überlebensnische finden.

Flüsse sind rund um den Globus wichtige Lebensadern der Landschaft und Geschichtsschreiber der menschlichen Kultur. Lange war das Leben mit dem Fluss und am Fluss eine gute Symbiose zwischen den natürlichen Bedürfnissen des Flusses und den Bedürfnissen des Menschen. Flüsse boten fast alles, was man brauchte: Trinkwasser und Nahrung, Arbeit und Geld. Doch je mehr man dem Fluss an seine Ufer rückte, desto weniger war sein Überschwemmungsdrang willkommen.

Main und Donau sind hierfür gute Beispiele. Ihre Bedeutung für Handelsaktivitäten ließ die Herrschenden aller am Fluss gelegenen Territorien nach einem Hafen, nach einem Standort am Fluss gieren. Die Orientierung nach dem Fluss und nach der Macht ließ die Siedlungen bis zum Uferand wachsen und damit den natürlichen Ausuferungsdrang des Flusses erheblich einschränken. Vermeintlich einschränken! Denn ein Fluss kann keine Rücksicht auf Nutzungsformen in seinem angestammten Auslaufrevier nehmen. Er muss überschwemmen.



Einsturz der Ludwigsbrücke in München 1813.

Katastrophen wie das Hochwasser am Magdalenenstag 1342 oder das verheerende Hochwasser am Main von 1784 waren Ereignisse, die viele Menschenleben kosteten und riesige Schäden anrichteten. Die historischen Aufzeichnungen dokumentieren, dass fast jede Generation schmerzhaft Erfahrungen mit Überschwemmungen machte. Dies reicht bis in die Gegenwart. Die jüngsten Hochwasserereignisse 1999, 2002 und 2005 haben sich in das Gedächtnis eingepägt.

Die Lebensspanne des Menschen ist jedoch kurz im Verhältnis zu Ereignissen, die zwar dramatisch sind und mit viel persönlicher Betroffenheit einhergehen, aber so selten, dass sie nur jede zweite oder dritte Generation treffen. In der Vergangenheit hat der Mensch daher immer wieder versucht am scheinbar ungefährlichen Flussufer zu siedeln. Mittlerweile ist unsere Wahrnehmung durch Geschichtsschreibung und statistische Daten geschärft.

Und so erleben und verstehen wir gerade, dass mit zunehmender Erwärmung mehr Hochwasser einhergehen, darunter einige besonders große Hochwasser in den letzten Jahren. Aus der Geschichte zu lernen und sie für unsere heutigen Herausforderungen nutzbar zu machen, ist die Aufgabenstellung für die Wasserwirtschaft und alle, die am und mit dem Fluss leben. Die vorliegende Broschüre soll hierzu Bilder, Daten und Zahlen liefern.



„Da rollte der Schnee von den Bergen  
Dem Ufer entschwollen die Ströme  
Die Wolken zergingen im Regen  
Die Wiese schlug Wellen.“

Heinrich von Kleist



Eishochwasser bei Regensburg, am 12. Februar 1893.





„Doch die Elemente hassen das Gebild der Menschenhand.“

Friedrich Schiller



Hochwasserschaden bei Oberzell, Niederbayern im August 2002.



„Die Natur versteht gar keinen Spass, sie ist immer wahr,  
immer ernst, immer strenge; sie hat immer recht,  
und die Fehler und Irrtümer sind immer die des Menschen.“

Johann Wolfgang von Goethe



Hochwasser im Kurbereich Bad Kissingens, Januar 2003.



# Leben mit dem Fluss Hochwasser im Spiegel der Zeit

## Inhalt

Vorwort ..... 2

Leben mit dem Fluss – Schicksal oder Chance? ..... 4

### Hochwasser an Main und Elbe

Überfluss im wasserarmen Norden ..... 14

- Würzburg – der Main als ungebetener Gast der Residenzstadt ..... 18
- Nürnberg – eine Stadt als Nadelöhr ..... 24
- Bad Kissingen – heute gut geschützt ..... 28
- Hof – Stadtgründung über dem Hochwasser ..... 32

### Hochwasser an der Donau

An der schönen braunen Donau... ..... 36

- Regensburg in der Traufe ..... 44
- Kloster Weltenburg – Gotteshaus und Wasserhöhle ..... 48
- Kallmünz – alles in trockenen Tüchern ..... 50
- Passau – Chronologie der Schrecken ..... 52
- Die Salzach – eine „rechte“ Schwester des Inns – und die Stadt Burghausen ..... 59
- Donauwörth – das „kleine Venedig“ ..... 60
- München: Die Isar – schön und schrecklich ..... 64

### Hochwasser der Wildbäche

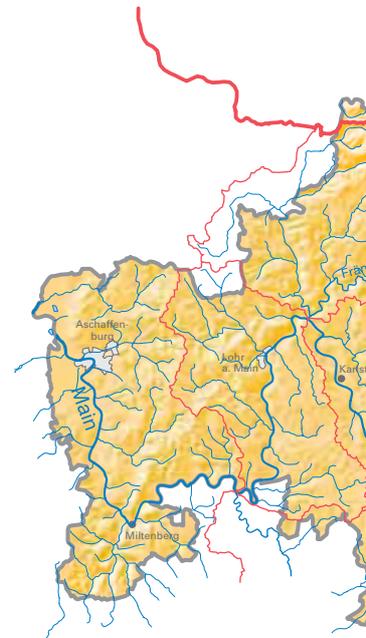
In Minuten vom Rinnsal zur Sintflut ..... 68

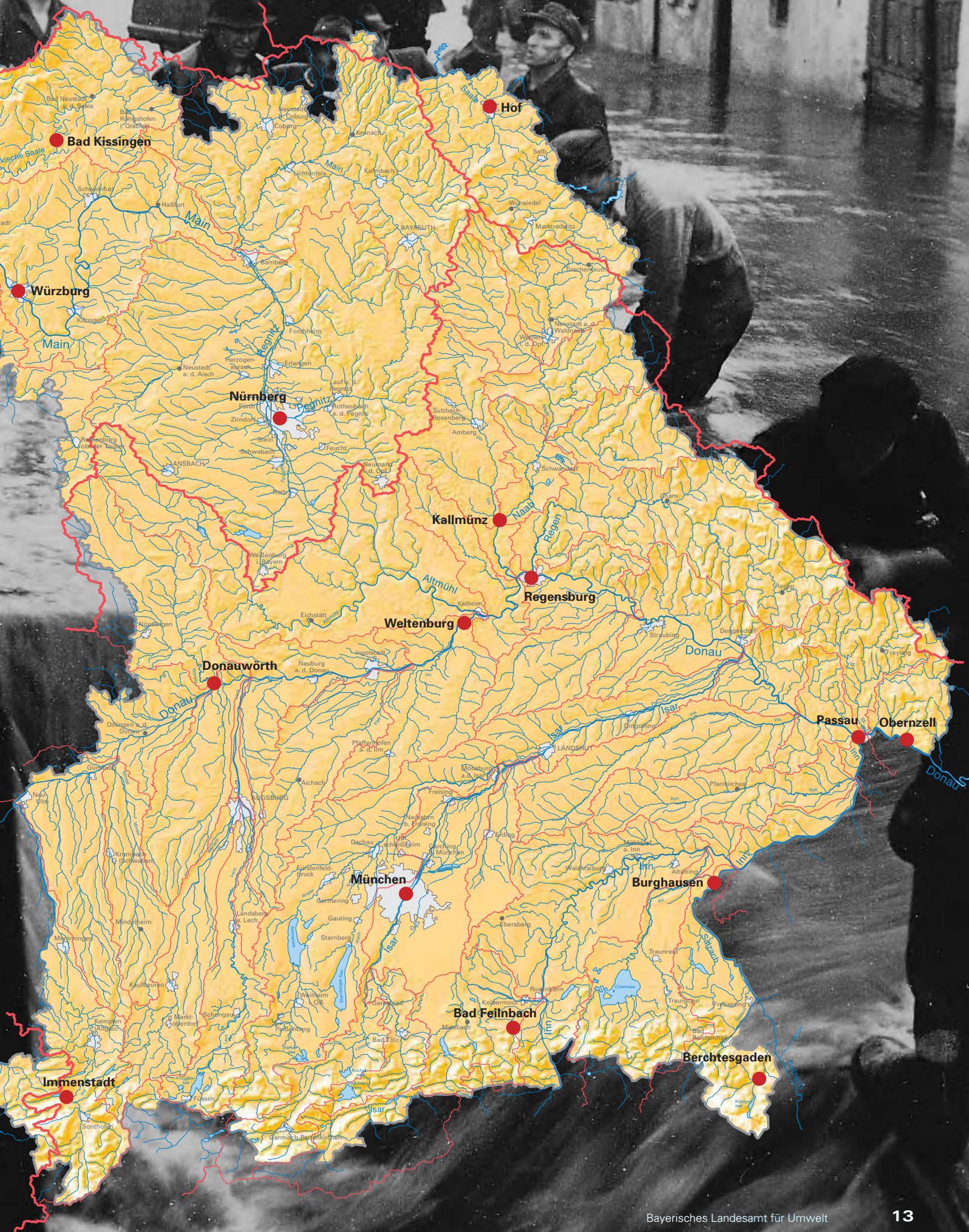
- Immenstadt – große Gefahr aus kleinem Einzugsgebiet ..... 74
- Bad Feilnbach – der Jenbach als Steinträger ..... 78
- Berchtesgaden – Markt mit drei Wildbächen ..... 80
- Oberzell – alpine Szenarien in Niederbayern ..... 84

Klimawandel und Hochwasser ..... 86

Glossar ..... 94

Bildnachweis ..... 97





# Überfluss im wasserarmen Norden

## Das Maingebiet

Das Einzugsgebiet des Mains umfasst 27 200 km<sup>2</sup>, davon 23 300 km<sup>2</sup> in Bayern. Zusammen mit dem Roten Main beträgt seine Gesamtlänge 527 km. Er ist nach der Mosel der zweitgrößte Zufluss des Rheins und der längste Fluss, der ganz in Deutschland liegt.

Der Main und sein Tal prägen auf mehr als 300 km – von Bamberg bis Aschaffenburg – das Landschaftsbild Frankens. Hier liegen die großen Siedlungs- und Industriestandorte. Entsprechend vielfältig sind die Aufgaben und Erwartungen, die an das Tal und seinen Fluss auf engem Raum gestellt werden: Schifffahrt und Energiegewinnung, Siedlungen, Gewerbe- und Industriegebiete, Verkehrswege, Freizeitanlagen und intensive Landwirtschaft.

Gemessen an den übrigen Gebieten Bayerns ist das Maingebiet ausgesprochen wasserarm. Das natürliche Wasserdargebot beträgt nur rund ein Drittel des bayerischen Donaugebiets.

Der Main bei Miltenberg.



Der Schifffahrt diente der Main schon immer als Wasserstraße. Ursprünglich war er aber nur bedingt nutzbar, da sein natürliches Flussbett zu flach und die durchschnittliche Wasserführung zu gering waren. Erst die Mittel- und Niedrigwasserkorrekturen ab circa 1820 engten das Flussbett so weit ein, dass sich für die damalige Schifffahrt eine ausreichende Wassertiefe ergab. Die heutige Leistungsfähigkeit entstand, als von 1921 bis 1962 der bayerische Main durchgängig von Aschaffenburg bis Bamberg für die Schifffahrt und zur Nutzung der Wasserkraft ausgebaut wurde. Insgesamt 34 Staustufen, davon 28 in Bayern, machen den Main heute auf einer Länge von 396 km zu einem Teil der internationalen Schifffahrtsverbindung zwischen der Nordsee und dem Schwarzen Meer.

Das Einzugsgebiet des Mains gliedert sich in drei große, recht unterschiedliche Teilgebiete (siehe Karte S. 16):

### Oberer Main

mit den Haupteinzugsgebieten Roter und Weißer Main sowie Itz und Rodach (3 820 km<sup>2</sup>) und rasch entstehenden steilen Hochwassern

### Regnitz

mit den Haupteinzugsgebieten Rednitz, Pegnitz, Wiesent und Aisch (7 536 km<sup>2</sup>) und langsam anlaufenden Hochwassern von längerer Dauer

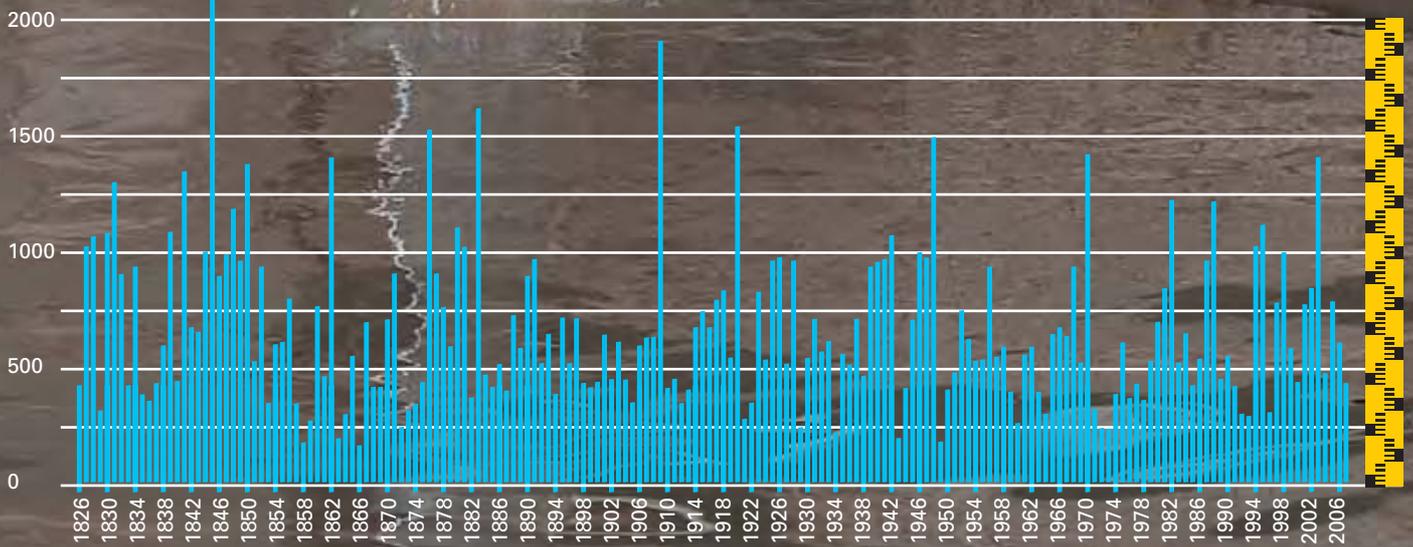
### Unterer Main

unterhalb des Zusammenflusses von Oberem Main und Regnitz bei Bamberg (8 378 km<sup>2</sup>) mit Hochwassern, die sehr stark vom Oberen Main und der Regnitz geprägt sind, und den weiteren Fließweg ohne größere Veränderungen durchlaufen

Pegel Würzburg:  
Jahreshöchstabflüsse 1826 - 2007 in m<sup>3</sup>/s.



Abfluss  
in m³/s



## Hochwasser am Main

### Entstehung

Wie sich die Hochwasserwelle im Unteren Main aufbaut und wieder abschwächt, hat ganz wesentlich damit zu tun, was ihr der Obere Main und/oder die Regnitz zuliefern. Hochwasser aus dem Obermaingebiet ist in aller Regel eine Folge heftiger lokaler Niederschläge und kann sehr rasch zu Flutwellen auflaufen. Die breiten Talräume des Regnitzgebietes dagegen wirken dämpfend, weil sie selbst große Wassermengen aufnehmen und nur langsam wieder abgeben. Wegen der Größe ihres Einzugsgebietes kann die Regnitz größere Hochwasserfüllen mit längerer Dauer bringen.

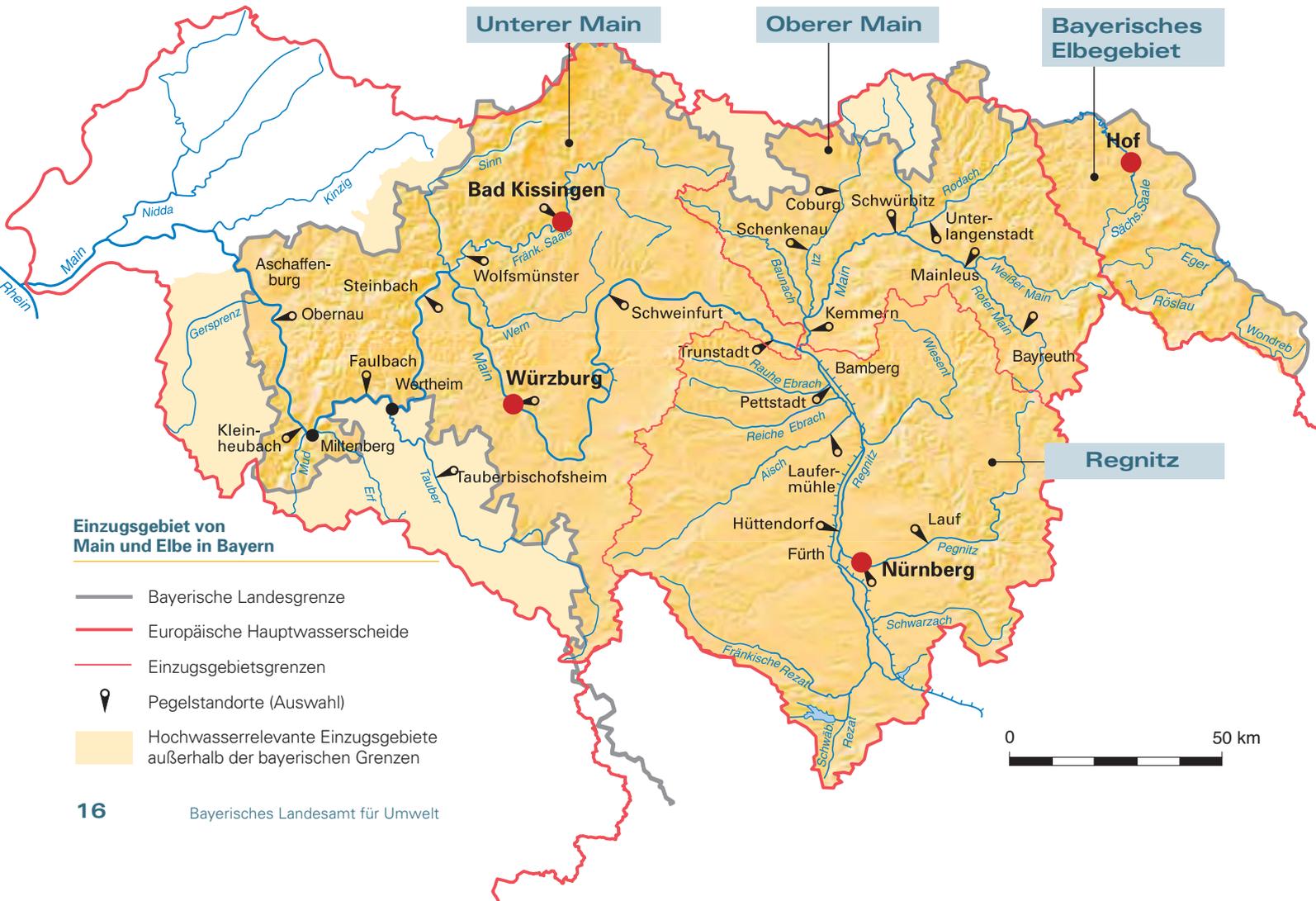
Am Unteren Main bleibt dem Fluss immer weniger Platz sich auszubreiten.



### Hochwasservorwarnzeiten

Bei langen Gewässern mit großen Einzugsgebieten wie dem Main bleibt bis zur Überschwemmung vor Ort meist ausreichend Zeit, um Schutzmaßnahmen zu treffen. Für die 126 km vom

Pegel Trunstadt (nach Einmündung der Regnitz) bis zum Pegel Würzburg braucht ein Hochwasser etwa 1,5 bis 2 Tage, für die 286 km bis zum Pegel Obernau (bei Aschaffenburg) etwa 2,5 bis 3 Tage.



## Große Hochwasser im Mainingebiet

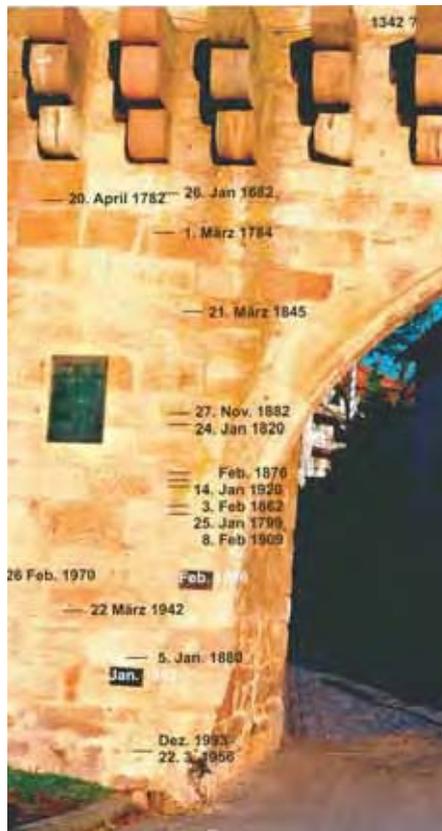
Außergewöhnliche Hochwasser sind keine Erscheinungen der Gegenwart. Eintragungen in Chroniken und Kirchenbüchern sowie historische Hochwassermarken an Gebäuden vermitteln einen guten Eindruck davon, was Wassernot über die Jahrhunderte bedeutete.

Auffällig ist, dass die alten Siedlungskerne selten größere Hochwasserprobleme hatten: Gefährdete Gebiete wurden in der Vergangenheit erst gar nicht besiedelt. Hochgefährdet sind heute überwiegend im 20. Jahrhundert bebaute Flächen, als die wachsende Bevölkerung und die Industrie immer mehr Platz beanspruchten.

Im 19. Jahrhundert begann man in Bayern, die Wasserstände regelmäßig zu beobachten und zu dokumentieren. Am Unteren Main werden zum Beispiel die Pegel Würzburg und Schweinfurt seit 1900 kontinuierlich aufgezeichnet, am Oberen Main der Pegel Kemmern seit 1931 und an der Regnitz der Pegel Pettstadt seit 1923.

Meist sind es unterschiedliche, regional begrenzte Ereignisse, die in den Flusssystemen von Main und Donau Hochwasser auslösen; in der Statistik finden sich also häufig entweder Main- oder Donauhochwasser. Wenn allerdings Großwetterlagen zu Niederschlägen auf sehr großen Flächen führen, entstehen auch flächendeckende Hochwasser, die alle Einzugsgebiete betreffen und meist katastrophale Folgen haben. So zum Beispiel die großen Hochwasser der Jahre **1342 (Magdalenenhochwasser)**, **1709** und **1784**. Insbesondere das große Sommerhochwasser von **1342**, das vermutlich größte geschichtlich belegte in Mitteleuropa, hin-

Historische Mainhochwasser – visualisiert am Theoderichstor in Aschaffenburg.



terließ in allen Flussgebieten verheerende Spuren, gestaltete die Landschaft um, vernichtete die gesamte Ernte und löste eine Hungersnot aus.

## Das Einzugsgebiet der Elbe

Der bayerische Anteil am Elbeeinzugsgebiet ist mit 1 850 km<sup>2</sup> sehr klein. Das kristalline Grundgebirge, eine geologische Formation, in der es sehr wenig Gestein gibt, welches größere Mengen Wasser speichern kann, bildet den Untergrund dieser Mittelgebirgslandschaft im Nordosten Bayerns. Geprägt wird die Region von Frankenswald und Fichtelgebirge und deren Talräumen. Zusammenhängende Waldgebiete in den hängigen Lagen wechseln sich ab mit Wiesen und Äckern auf den Hochflächen und in den ebenen Tälern.

Die bedeutendsten Flüsse – Saale und Eger – entspringen im Fichtelgebirge. Östlich von Tirschenreuth im Stiftland beginnt die Wondreb ihren Lauf. Bis sie die Landesgrenze erreichen, legen die Flüsse und Bäche oft nur wenige Kilometer zurück.

Die Wasserkraft der Bäche wurde traditionell in Mühlen und Hämmern und zum Flößen des Holzes genutzt. Regelmäßig nach der Schneeschmelze, aber auch nach starken Gewitterregen, traten sie über die Ufer und überfluteten mehrfach im Jahr die Talauen. Wegen der kurzen und zum Teil sehr steilen Fließwege liefen die Hochwasser sehr schnell an, waren aber auch in kürzester Zeit wieder abgeklungen.

Neben vielen kleinen Städten und Gemeinden bilden Hof und Marktredwitz die Siedlungsschwerpunkte. Als im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Siedlungsdruck und der Platzbedarf zunahm, siedelten sich in den schmalen, ebenen und einfach zu erschließenden Talauen Industrie und Gewerbe an und weiterer Wohnraum entstand. Nun waren die Menschen dort regelmäßig mit Hochwasser und seinen Folgeschäden konfrontiert, versuchten sich gegen die Launen der Natur zu wehren. So wurden beispielsweise Flussläufe verlegt oder kleine Schutzmauern und -dämme errichtet. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nahmen größere Hochwasserschutzmaßnahmen, wie in der Stadt Hof, Gestalt an.

# Würzburg – der Main als ungebetener Gast der Residenzstadt

„... und hinterließ im Mainviertel einen Hauch von Lagenstadt.“

Man muss es sich immer wieder klar machen: Hochwasser sind keine neue Erscheinung, sondern es gab sie schon immer in der Geschichte der Menschheit – mit Toten und teilweise immensen Sachschäden an Bauwerken und Gütern.

Das vermutlich größte geschichtlich belegte Hochwasser in Mitteleuropa ist das Hochwasser am St. Magdalenen-tag (21. Juli) im Jahr 1342, das auch im Maingebiet zu großen Überschwemmungen geführt hat. Von einigen der großen Hochwasserereignisse vergangener Jahrhunderte sind dramatische Schilderungen überliefert (Auszüge aus den Quellentexten zur Witterungsgeschichte von Weikinn):

### Hydrologische Daten des Mains bei Würzburg

Einzugsgebiet	13 996 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	56,2 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	122 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	696 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	2 000 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1845	2 170 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet des Main bis Würzburg.

Hochwasser 1784 in Würzburg.



### 1342 Main (St. Magdalenen-tag)

„...In diesem Sommer war eine so große Überschwemmung der Gewässer durch den ganzen Erdkreis unserer Zone, die nicht durch Regengüsse entstand, sondern es schien, als ob das Wasser von überall her hervorsprudel-

te, sogar aus den Gipfeln der Berge, ... und über die Mauern der Stadt Köln fuhr man mit Kähnen ... Donau, Rhein und Main... trugen Türme, sehr feste Stadtmauern, Brücken, Häuser... und die Bollwerke der Städte davon. ... und die Schleusen des Himmels waren offen, und es fiel Regen auf die Erde wie im 600. Jahre von Noahs Leben, ... ereignete es sich in Würzburg, daß dort der Main mit Gewalt die Brücke zertrümmerte und viele Menschen zwang, ihre Behausungen zu verlassen.“



### 1413 Main

„Item ze Wirczpurg (Würzburg) kom daz wasser in der nacht, do die lewt slieffent; do war der Men (=Main) alz groz, daz all keler vol wurden,... et tet daz wasser grossen schaden über all... item ez gedacht kein mensch in 40 oder in 50 iaren keine größern wasser...“

An den tieferen Stellen reichte das Hochwasser von 1909 bis zum ersten Stock. Die Häuserzeile links endete mit dem Gasthaus „Zur Goldenen Gans“ vor dem Spitäle.



Pegnitz, Nürnberg: ... do ward ze Nürnberg die Begicz alz groz, daz daz waser gieng gen unsser frawen auffher,..."

### 1546 Main

Würzburg: „...fing der Main an zu steigen und stieg so hoch, daß er bis an das Schodershaus auf dem Markte ging; diese Überschwemmung that alenthalben villen Schaden.“

### 1551 Main

Würzburg, Kitzingen, Ochsenfurt, Schweinfurt: „... ist zu Wirtzburg und daselbst umher ein sehr grosser Regen mit Donner und Blitz eingefallen, daß der Mayn zusehens gewachsen, kleine Bäch dermasen angeloffen, als wann es grosse Ströhm wären, dadurch an Aeckern und Wiesen, Weingärten, Gebäuden und anderen großer Schad geschehen.“



### 1709 Main

Würzburg, Kitzingen, Ochsenfurt:

„Es liesse die Kälte wieder nach, folgte ein Regen-Wetter bey 4. Täg, wobey der Mayn aufgangen, und sich also ergossen,... Was das Wasser für Schaden... gethan habe,... ist nicht zu beschreiben.“

Hochwasser 1909 im Würzburger Mainviertel.

Der Verkehr in der Burkarderstraße war Mitte Januar 1920 nur mittels Schelch zu bewältigen. Das Ereignis war Fotos wert, die als Ansichtskarten in Umlauf kamen und nebenbei sonst kaum Fotografiertes wiedergeben – wie im Mittelgrund das alte Haus der Fischerzunft.



# Hochwasser in Würzburg

Würzburg um 1550 (Bild oben) und 1750. Rekonstruktionszeichnung von Franz Seberich, Mainfränkisches Museum Würzburg.

## Städtebauliche Entwicklung in Würzburg

Würzburg wurde schon früh als guter Siedlungsplatz entdeckt; schon vor 3000 Jahren gab es hier eine keltische Fliehbürg. Neben dem angenehmen trocken-warmen Klima förderten naturräumliche Faktoren die Stadtentwicklung. Noch heute ist die Gunst des Ortes augenfällig: Im Bereich der rechtsmainischen Altstadt bildet der in einer ehemaligen Mainschleife freigelegte Untere Muschelkalk einen hochwasserfreien Sockel, der seit jeher über eine Furt zugänglich war. Auf ihm liegt der zentrale und älteste Teil der Stadt.

Würzburg, 704 erstmals urkundlich erwähnt, wurde 742 Sitz des von Bonifatius gegründeten Bistums. Die mittelalterliche Stadtmauer dürfte um das Jahr 1000 entstanden sein, die Burg auf dem Marienberg links des Mains etwa 200 Jahre später. Ab der Mitte des 13. Jahrhunderts ist die Ummauerung des linksmainischen „Mainviertels“ dokumentiert. Um die gleiche Zeit wurde auch die südliche Vorstadt in die Stadtbefestigung einbezogen.

In die erste Hälfte des 14. Jahrhunderts fällt die 2. Stadterweiterung mit der Ummauerung der Vorstädte im Norden und Osten. Anfang des 15. Jahrhunderts schließlich wurde dann die innere Stadtbefestigung (um die Altstadt herum) durch den Bau der Zwingieranlage nochmals verstärkt.



Würzburg, das im Zuge der napoleonischen Kriege 1802 schon einmal von bayerischen Truppen besetzt war, wurde nach einem kurzen Zwischenspiel als selbständiges Großherzogtum 1814 endgültig bayerisch. In der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts stagnierte die Entwicklung der Stadt.

Nach der endgültigen Aufhebung der Festungseigenschaft und nach dem Krieg von 1870/71 begann eine dynamische Entwicklung der Bevölkerung und der Stadt, verbunden mit erheblichen Eingriffen in der Kernstadt. In der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts verlief dann die bauliche Entwicklung im wesentlichen außerhalb des Festungsrings am Stadtrand und in den Vororten. Mit der fast vollständigen Zerstörung

der Stadt durch einen britischen Luftangriff am 16. März 1945 begann dann die Entwicklung des heutigen modernen Würzburg.

Die alte historische Stadt war, soweit man das den Überlieferungen entnehmen kann, kaum vom Hochwasser betroffen. Probleme ergaben sich erst mit der Bebauung der tiefer liegenden Vorstädte und der Auffüllung tiefer liegender Mulden in der Stadt, welche den alten Gewässerrinnen von Pleichach und Kürnach die Vorflut nahmen. Erst durch eine immer stärkere Verengung des Mains infolge von Uferausbau und Neubau von Kaianlagen sowie durch Mauerdurchbrüche entlang des Mains kam es zu einer Hochwassergefährdung der Stadt Würzburg.

Blick von der Steinburg auf den alten Hafen von Würzburg.

## Flussbauliche Entwicklung in Würzburg

In frühgeschichtlicher Zeit floss der Main noch in einem unregelmäßigen und aufgrund seiner Geschiebeführung stark veränderlichen Bett. Da die Anwohner bestrebt waren, den ursprünglich dynamischen Flusslauf festzulegen, bestand bereits ab dem Spätmittelalter in weiten Bereichen ein Uferschutz mit Pfahlbauten, Faschinen und Dämmen.

In den 20er Jahren des 19. Jahrhunderts ging man zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse zunächst daran, mit dem Bau von Durchstichen die Flusswindungen des Mains zu beseitigen und an kritischen Stellen die Breite des Flusses durch Bühnen einzuschränken, um eine größere Fahrwassertiefe zu erreichen. In den 1850er Jahren entstanden dann durch die Verbindung der

Entwicklung von Naturraum und Topographie des Würzburger Siedlungsraums (aus „Geschichte der Stadt Würzburg“, Konrad Theiss Verlag, Rekonstruktion: Herold 1965).



Bühnenköpfe mit durchgehenden Leitwerken die zum Teil noch heute vorhandenen Bühnenfelder. In den Durchstichen und oberhalb davon kam es aufgrund des größeren Gefälles zu teilweise erheblichen Sohleintiefungen. Diese Tendenz kam erst mit dem Bau der Staustufen in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zum Stillstand.

Die Korrektionsarbeiten erfuhren einen Aufschwung durch den Bau des Ludwig-Donau-Main-Kanals (um 1830) und die Einführung der Dampfschifffahrt (um 1840). Der nächste Eingriff in das Flussbett erfolgte 1845/46 mit dem Bau des Dampfschiffahrtshafens, welcher mit Hafenbecken, Schutzmauern und mainseitigen Dammschüttungen ein Hindernis für den Hochwasserabfluss darstellte. Bereits 1861 gab man deshalb den Hafen wieder auf und beseitigte ihn.

Aus dieser Zeit stammen auch die ersten Mainpegel. Als man in Würzburg 1823 mit den regelmäßigen Pegelbeobachtungen begann (der Pegel selbst ist älter), umschloss noch der mächtige barocke Befestigungsgürtel die Stadt.

Im Zuge der Entfestigung der Stadt Würzburg 1871 wurden massive Uferauffüllungen und Vorschüttungen vorgenommen, welche sich insbesondere auf die höheren Wasserstände auswirkten. Unterhalb der Pleichachmündung entstand 1874 - 77 der heutige Alte Hafen. Seit 1896 - 98 schützt eine weit vorgeschobene Kaimauer das linke Mainufer vor Hochwasserangriffen.

Nachdem bisher nur die „Alte Mainbrücke“ („Steinerne Brücke“ von 1133) als einziger Flussübergang existierte, war 1886 - 88 in Fortsetzung der neuen Ringstraße zur Zellerau eine weitere Brücke über den Main notwendig geworden – die Luitpoldbrücke (heute Friedensbrücke). 1896 - 98 folgte die Ludwigsbrücke (Löwenbrücke) im Süden der Stadt.

Zur Vergrößerung der Fahrwassertiefen wurden in den folgenden Jahrzehnten im Zuge des Ausbaus des Mains zur Großschifffahrtsstraße immer wieder Fahrrinnenbaggerungen vorgenommen, so 1900, 1937/38, 1948 - 54 und 1988/89.

### Hochwasserschutz in Würzburg

Die rechtsmainische Altstadt von Würzburg, ein städtebaulich und denkmalpflegerisch sehr sensibler Bereich, wird vom Hochwasser am meisten bedroht. Betroffen sind bei einem 100-jährlichen Hochwasser ( $HQ_{100}$ ), vor allem in den mainnahen Straßenzügen, Flächen von 22,5 ha mit rund 3 000 Einwohnern.

Das Einzugsgebiet des Mains ist bei Würzburg zu groß, als dass Speicherbecken oberhalb der Stadt drohende Überflutungen abwenden könnten. Um die Altstadt dennoch vor Hochwasser zu schützen, musste sie komplett abgeschottet werden.

Bereits beim Wiederaufbau nach dem 2. Weltkrieg wurde in zwei Abschnitten des Altstadtufer die Hochwassergefahr berücksichtigt: Eine teilweise begehbare Stützmauer von 300 m Länge und eine Häuserzeile am Unteren Mainkai, deren mainseitige Wand wasserdicht ausgeführt ist, halten einem etwa 100-jährlichen Hochwasser stand (integrierter Hochwasserschutz).

Alter Kranen um die Jahrhundertwende.

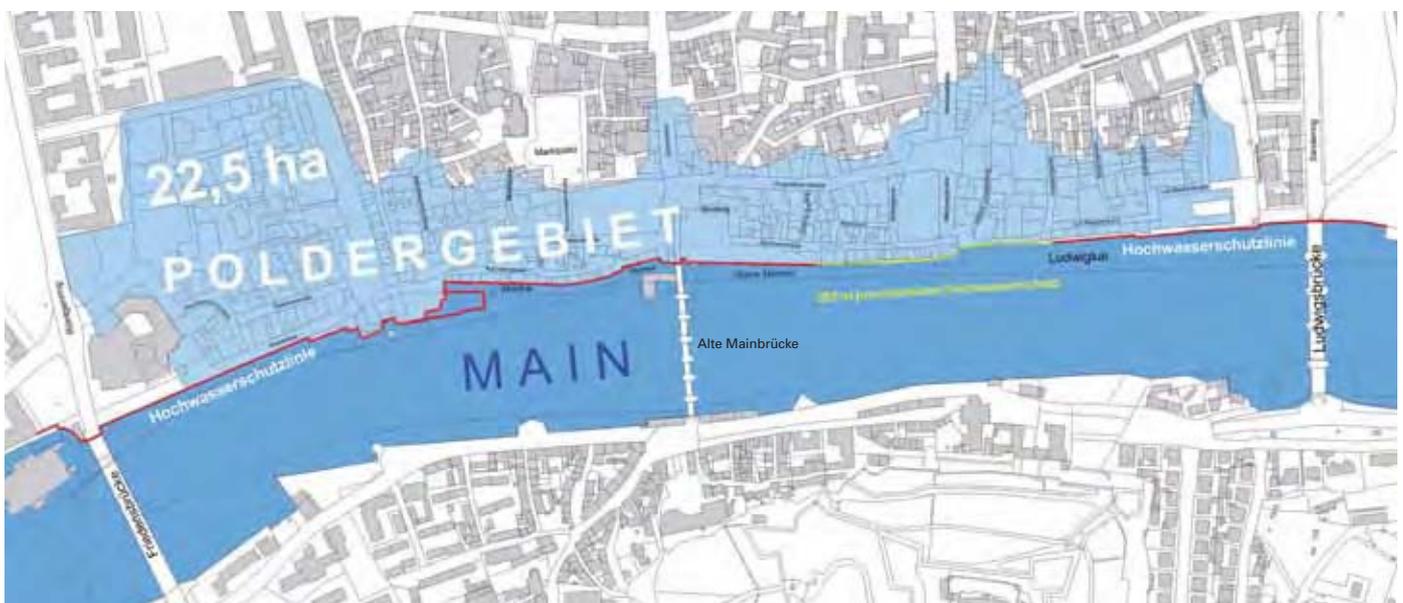


Ende der 70er Jahre schloss sich eine 160 m große Baulücke der Altstadt oberhalb der Alten Mainbrücke – einschließlich der erforderlichen Schutzmaßnahmen wie Untergrundabdichtung und Schutz Tore.

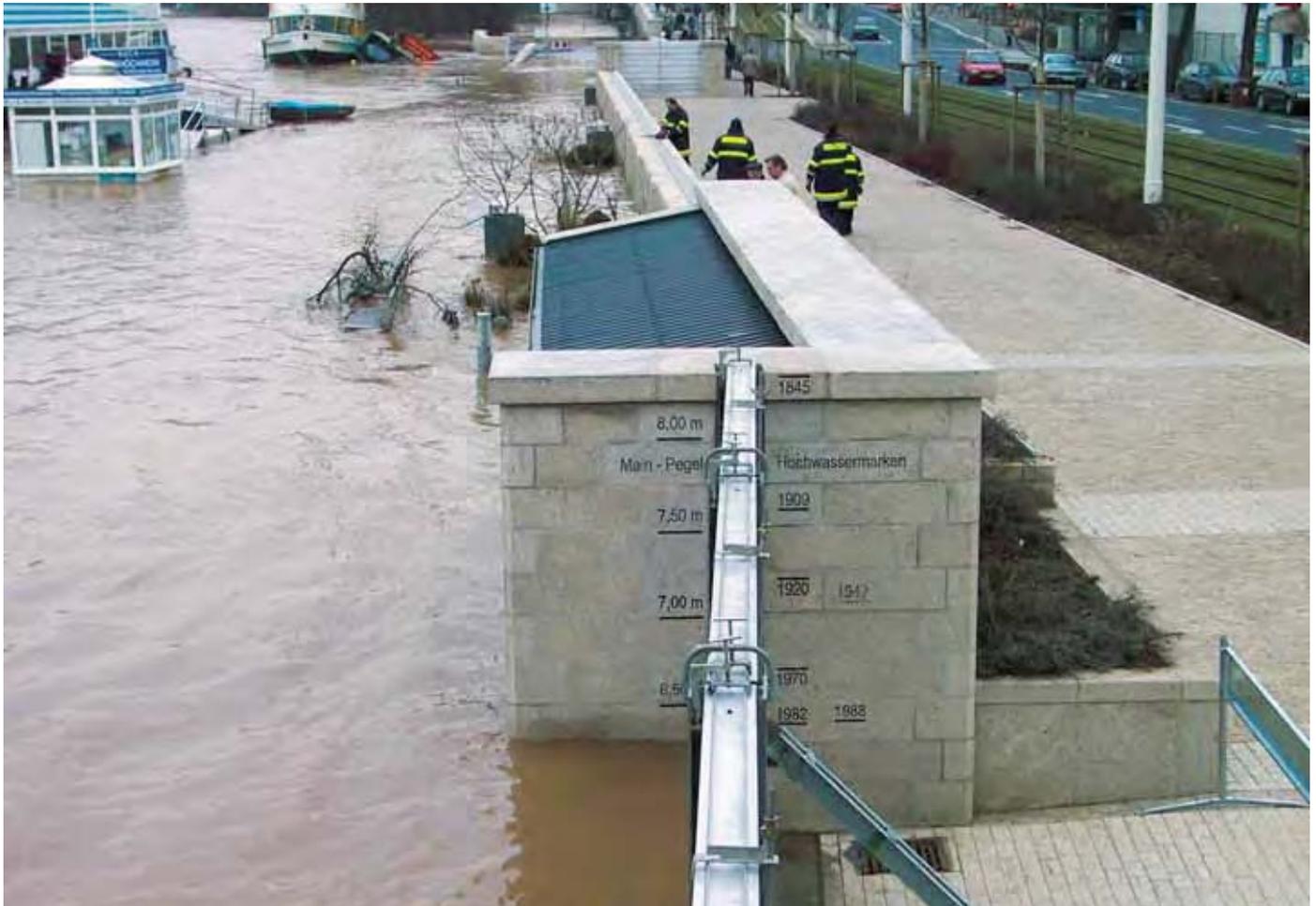
Bei Hochwasser wird die Binnenentwässerung durch ein 1988 errichtetes Pumpwerk sichergestellt, in dem 14 Pumpen installiert sind. Sie fördern zusammen 4 000 l pro Sekunde. Im Jahr

1990 folgte der Hochwasserschutz im Bereich des „Alten Kranen“. Im engen technischen Zusammenspiel mit dem Wiederaufbau des ehemaligen Zollgebäudes entstand eine Dichtwand aus überschrittenen Bohrpfählen. Drei sonst offene Torbögen werden im Hochwasserfall mit Aluminiumdambalken verschlossen.

Durch den Hochwasserschutz Würzburg geschützte Flächen (Poldergebiet).



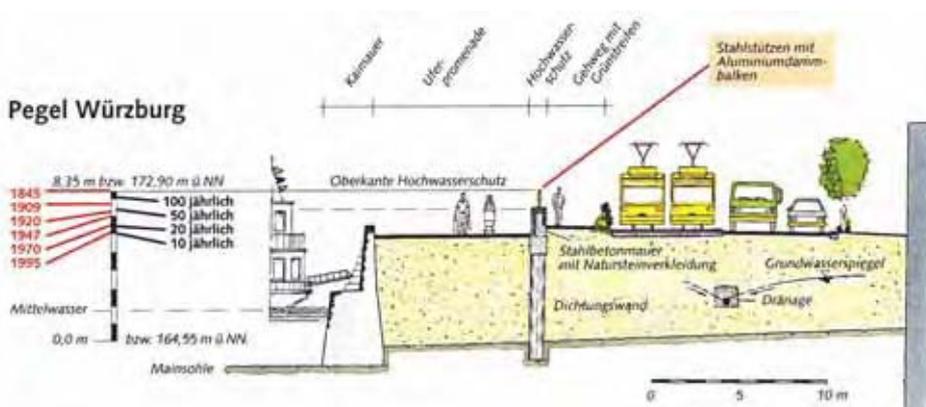
Hochwasser Januar 2003 am Kranenkai.



2001 schloss sich der letzte offene Abschnitt unterhalb der Alten Mainbrücke – der Hochwasserschutz am Kranenkai. Er besteht aus einer Schutzmauer, die mit Dammbalken um einen Meter erhöht werden kann. In diesem Teilstück ist die Promenade vom übrigen Verkehr

getrennt. So konnten flussnahe Erlebnis- und Verweilzonen geschaffen und die Mainuferzone höherwertig genutzt werden. Im angestrebten Schutz klafft nur mehr eine 280 m lange Lücke. Sie befindet sich im Bau und soll noch 2008 geschlossen werden. Die Schutzanlage

erstrecken sich über eine Gesamtlänge von 1,4 km. Sie reichen im Endausbau bis zu einem Main-Pegelstand von 8,35 m und schützen gegen ein 100-jährliches Hochwasser, bei dem 2 000 m<sup>3</sup>/s abfließen.



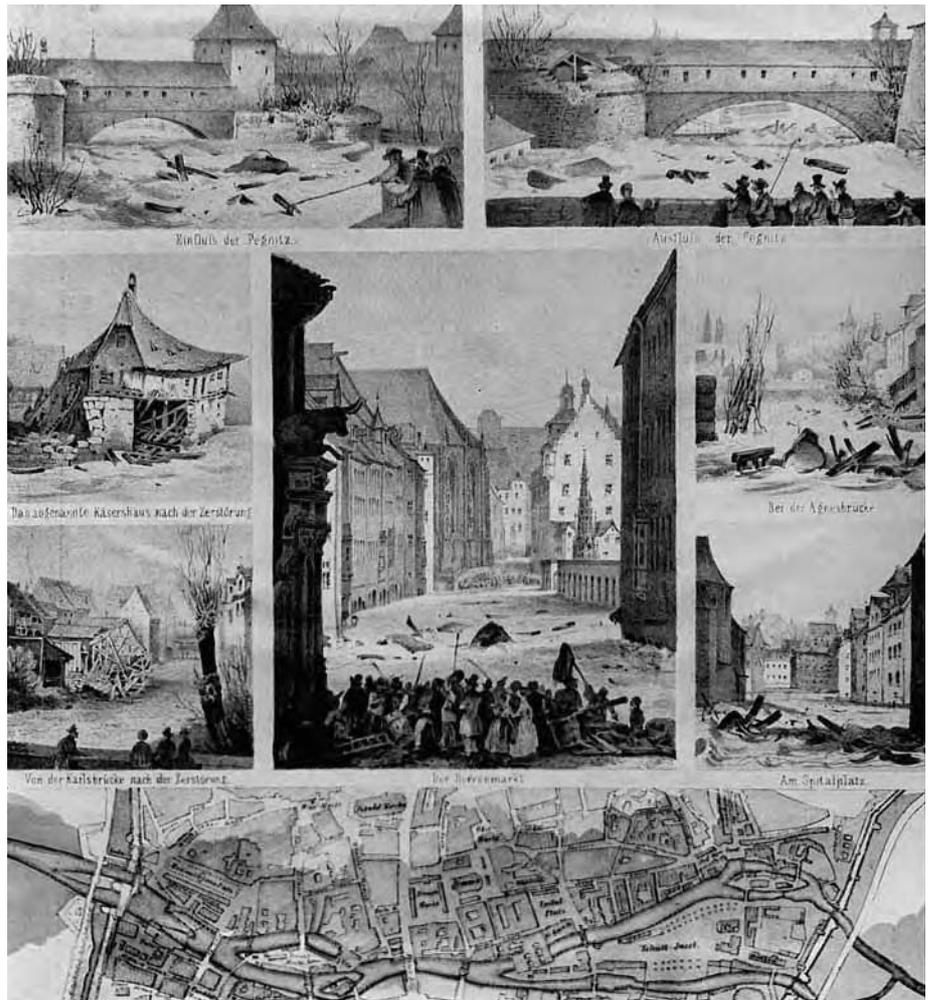
Mainquerschnitt des neuen Hochwasserschutzes am Kranenkai.

# Nürnberg – eine Stadt als Nadelöhr

„Mit einer unerhörten Gewalt und einer alle Voraussicht übertreffenden Steigerung brachen die aus dem oberen Pegnitztal abwärts stürzenden Fluten über die innere Stadt herein. Die Chronik von Nürnberg kennt keinen Fall einer so plötzlichen und so schweren Wasserkatastrophe. Die ganze innere Stadt war in einen Riesenstrom verwandelt. Jede Gasse ward zu einem Kanal. Jeder Platz zu einem aufgeregten See, der schäumende Wellen schlug.“

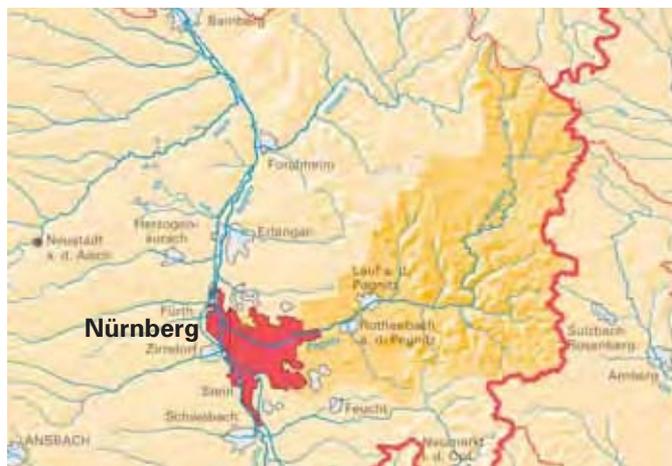
(Fränkische Tagespost, 5. Februar 1909)

In der Nacht vom 4. auf 5. Februar **1909** setzte ein noch nie dagewesenes Hochwasser die Altstadt von Nürnberg unter Wasser. Nach einer langen Frostperiode war der Boden gefroren und mit bis zu 40 cm Schnee bedeckt. Ein plötzlicher Wetterumschwung brachte starke Regenfälle. Weder Regen- noch Schmelzwasser konnte der Boden aufnehmen. Das gesamte Wasser floss auf direktem Weg der Pegnitz zu und stieg innerhalb von 2 Stunden über 2 m an und erreichte den bislang unerreichten Höchststand von 4,67 m an der Museumsbrücke.



### Hydrologische Daten der Pegnitz bis Nürnberg

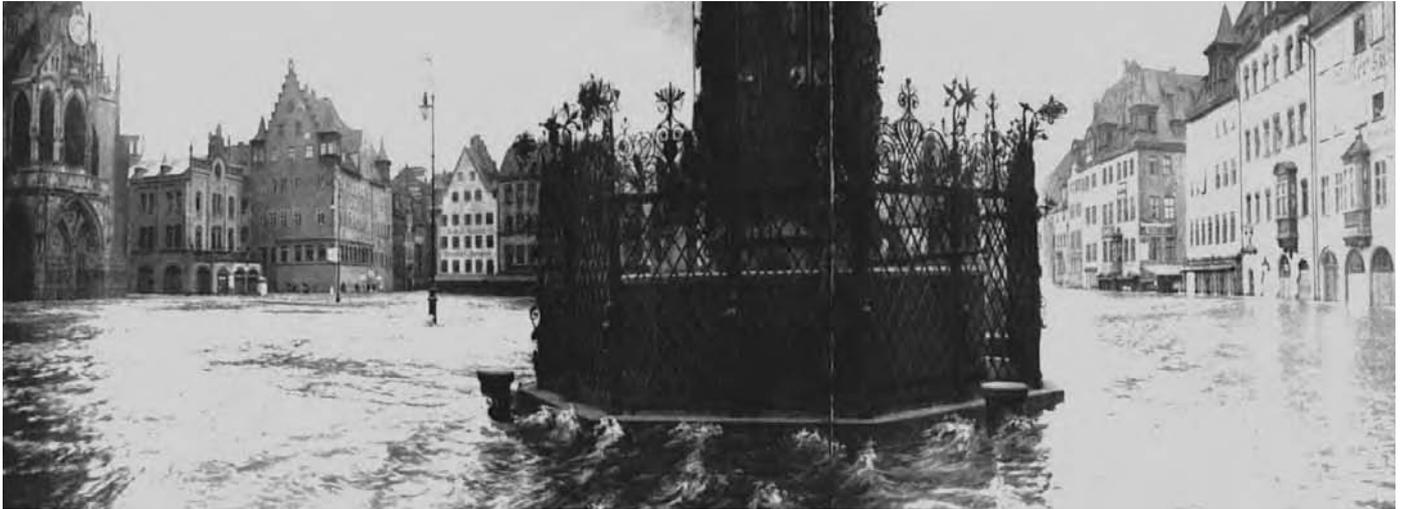
Einzugsgebiet	1 197 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	6,19 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	10,8 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	60,8 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	240 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1909	370 m <sup>3</sup> /s



„Die grösste denkbare Wasserfluth in Nürnberg, den 15ten Januar 1849“.

Das Einzugsgebiet von Pegnitz bis Nürnberg. Aufgrund der Topographie ist Nürnberg vom Hochwasser der Rednitz nicht betroffen.

Nürnberger „Seenlandschaft“ von 1909: (von oben) Hauptmarkt, Tucherstraße und Grübelstraße.



An den festen Wehren und Wasserrädern lagerte sich Treibzeug an und staute das Wasser zusätzlich auf. Die Hochwasserwelle überflutete weite Bereiche der Altstadt, die Gebäude am Pegnitzufer standen bis zum Obergeschoss unter Wasser und sogar der Hauptmarkt verwandelte sich in eine Seefläche. Der rasche Anstieg der Hochwasserwelle ließ keine Zeit für Gegenmaßnahmen. Die Schäden waren kaum überschaubar.

Das Hochwasser von 1909 war zwar ein extremes, aber kein Einzelereignis. Das Leben am Wasser brachte schon immer erhebliche Risiken mit sich. Die Stadtchronik von Nürnberg berichtet von zahlreichen Überflutungen seit dem 14. Jahrhundert. In einem Zeitraum von rund 600 Jahren werden 11 Katastrophenhochwasser, 44 große Hochwasser und 83 mittlere Hochwasser verzeichnet. Die schlimmsten Hochwasser traten im Winter auf. Starke Niederschläge in Form von Schnee und Regen in Kombination mit gefrorenen Böden, die kein Wasser aufnehmen können, führen zu den Überflutungen der Pegnitz. Das Hochwasser erreichte in jeder Generation nur einmal katastrophale Ausmaße, so dass grundlegende Maßnahmen zum Hochwasserschutz lange unterblieben.



Nägeleinsmühle um die Jahrhundertwende.

## Engpass Altstadt

Der Stadtkern Nürnbergs entwickelte sich historisch betrachtet auf einer Länge von ca. 4 km entlang der Pegnitz. Die Lage der Nürnberger Altstadt in der Verengung des Talraumes hat einen guten Grund: Hier konnten die Handelszüge den Fluss besser überqueren als anderswo. An dieser Stelle entwickelte sich die mittelalterliche Stadt mit ihren Befestigungen.

Die Nutzung des Wassers und der Wasserkraft war für Handel, Gewerbe und Handwerk von größter Bedeutung. Zahlreiche Mühlen und Hammerwerke waren entlang der Pegnitz aneinandergereiht wie Perlen auf einer Perlenkette und verengten den Flussquerschnitt zusätzlich.

Nach der Katastrophe vom 1909 war schnelles Handeln gefordert. Bereits am 18. Februar 1909 wurde das königlich Bayerische Hydrotechnische Bureau beauftragt, die Ursachen der Katastrophe darzustellen und die notwendigen

Die überflutete Fläche beim Hochwasser 1909. Rekonstruktion auf einem Stadtplan des gleichen Jahres.



baulichen Vorkehrungen zum Hochwasserschutz in einer Studie aufzuzeigen. Im Oktober 1910 lag eine umfangreiche Studie zur „Beseitigung der Überschwemmungen im Pegnitzgebiet“ vor.

Als Kern des Problems stellte sich das Nadelöhr im Altstadtbereich heraus. Die Bebauung, feste Wehre und Wasserräder engten den Fließquerschnitt der Pegnitz stark ein. Hinzu kamen flussabwärts von Nürnberg in den Ortsteilen Doos und Schniegling gelegene Engstellen im Gewässerlauf. Bei Hochwasser verursachten sie einen Rückstau bis in die Altstadt. Der erste Vor-

schlag lautete deshalb, das Gewässerbett in diesem Bereich zu erweitern und die Pegnitz zu begradigen, damit das Wasser schneller abfließen konnte.

Ein weiterer Lösungsvorschlag war die Idee, Talsperren und Überlaufpolder zu errichten. Eine Vielzahl von Rückhaltungen oberhalb von Nürnberg im Pegnitztal und im Bereich der Zuflüsse sollte den Hochwasserabfluss verzögern und die Abflussspitze verringern. Die damalige Berechnung ergab, dass die Abflussspitze von 370 m<sup>3</sup>/s auf etwa 200 m<sup>3</sup>/s reduziert werden könnte. Einer weiteren Umsetzung standen jedoch entgegen: hoher Flächenbedarf, massive Eingriffe in die Landschaft und sehr hohe Kosten.

Die Pegnitz in Nürnberg zu verbreitern bzw. einzutiefen, wurde ausführlich diskutiert. Nur rund 90 m<sup>3</sup>/s konnten im Bereich der Altstadt schadlos abfließen. Den notwendigen Abflussquerschnitt für 370 m<sup>3</sup>/s hätte man nur durch Beseitigung der Wehranlagen und – noch viel gravierender – durch einen massiven Eingriff in die Bebauung und das Stadtbild erreichen können. Dieser Vorschlag stieß bei der Bevölkerung auf energischen Widerstand.

## Hochwasserschutz und Wasserbau im Wandel der Zeit

1914 wurde im Westen der Stadt damit begonnen, Engstellen zu beseitigen, Flussschlingen abzuschneiden und den Flusslauf zu begradigen. Die Maßnahmen verkürzten den Lauf der Pegnitz um 1 200 m. Hochwasserdeiche beiderseits der Pegnitz engten den Talraum ein und ermöglichten die Anlage des Westfriedhofes und den Ausbau der großen Kläranlagen. Der Rückstau der Pegnitz in der Altstadt wurde damit zwar beseitigt, der Talaue gingen aber gleichzeitig fast 100 ha Rückhaltefläche verloren.

Wegen der massiven baulichen Eingriffe in das historische Stadtbild und der hohen Kosten kam der Hochwasserschutz für die Altstadt bis zum Zweiten Weltkrieg nicht voran. Nach 1945 hatte sich die Situation völlig verändert. Die Nürnberger Innenstadt war weitgehend zerstört. Entlang der Pegnitz standen Gebäuderuinen. Wehranlagen waren eingefallen, Wasserräder zerstört. Ein Wiederaufbau der Wasserkraftnutzung rechnete sich nicht.

Baustelle nach dem Krieg: die Pegnitz mit dem Einlauf des Hochwasserstollens.



Die Planungen zum Hochwasserschutz wurden neu aufgerollt. Im Vergleich zur früheren Studie stellte sich die Lage nun völlig anders dar: Ein umfassender Ausbau der Pegnitz in der Altstadt war jetzt möglich. In den Jahren 1950 bis 1962 wurden rund 11 Millionen DM für den Hochwasserschutz in der Altstadt ausgegeben (nach heutigem Kostenstand rund 60 Millionen DM bzw. 30,5 Millionen Euro). Die Finanzierung ruhte auf drei Schultern: Stadt Nürnberg, Bezirk Mittelfranken und Freistaat Bayern.

### Die wichtigsten Hochwasserschutzmaßnahmen waren:

#### ■ Hochwasserschutzmauern

Die Pegnitz erhielt ein breiteres Gewässerbett. Auf eine Länge von 2,7 km wurden Sandsteinmauern zum Hochwasserschutz errichtet. Rund 90 000 m<sup>3</sup> Boden wurde bewegt.

#### ■ Wehranlagen

Die früher festen Wehre wurden durch bewegliche ersetzt. Sie halten den Wasserspiegel bei niedrigen Abflüssen und geben den Abflussquerschnitt bei Hochwasser frei.

#### ■ Hochwasserstollen

Im Bereich der Museumsbrücke waren die Verhältnisse sehr beengt. Die Lösung war ein Stollen, der parallel zur Pegnitz angelegt wurde. Er kann bei Hochwasser rund 130 m<sup>3</sup>/s aufnehmen.

Den letzten großen Eingriff stellte die Umgestaltung des Pegnitztales im Osten der Stadt dar. Dort wurde die stark mäandrierende Pegnitz zu einem circa 50 ha großen See aufgestaut.

Die Maßnahmen zum Hochwasserschutz haben ihren Zweck voll erfüllt; die Stadt Nürnberg blieb seither von Überflutungen verschont. Heute werden jedoch die Begradigung der Pegnitz, der technische Uferverbau mit Beton und Stahlträgern sowie der Verlust von Flussauen als Mängel empfunden.



Kinderaktion an der Pegnitz im Rahmen des Entwicklungskonzeptes „Stadt am Fluss“.

## Erlebnisraum an der Pegnitz

In Zusammenarbeit mit Wasserwirtschaft, Naturschutz und Stadtentwicklung wurde 1996 das Entwicklungskonzept für die Pegnitz „Stadt am Fluss“ erstellt. In dreijähriger Bauzeit sind im Westen der Stadt die Pegnitz und ihr Talraum auf einer Länge von 3,5 km neu gestaltet worden. Aus einer monotonen Grünfläche entstand in enger Zusammenarbeit mit den Bürgern ein naturnaher Erlebnisraum am Wasser der bei der Bevölkerung großen Anklang findet.





Marktplatz und Luitpoldpark beim Hochwasser 1920.

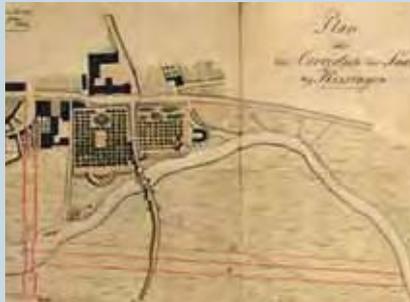
Besonders in Erinnerung ist das Ereignis von **1909**. Eine zeitgenössische Quelle beschrieb es folgendermaßen: „Ein Hochwasser von solcher Plötzlichkeit und Höhe, wie es gestern Nachmittag kam, ist seit 40 Jahren, auf welche wir uns zurückerinnern, noch nicht dagewesen. Die ungeheuren Schneemassen, die noch am Sonntag die rodende Welt erfreuten, sind durch Tauwetter und überaus starke zweitägige Regengüsse so rasch zum Schmelzen gekommen, dass die sonst so ruhig in ihrem schmalen Bett dahinfließende Saale urplötzlich zum reißenden Strom geworden ist, der, Eisschollen in stattlicher Größe mit sich führend, die weiten Saalewiesen, so weit das Auge reicht, überschwemmt. Größerer Schaden ist dadurch nicht allein im neuen Kurpark entstanden, sondern auch der alte Kurgarten, wohin nur sehr selten Hochwasser gelangt, ist in einer Höhe überflutet, die weit über jene des Jahres 1880 geht. Das Wasser reicht bis herauf zur Ludwigstraße. [...] Beängstigender wurde die Situation, als abends das Wasser sich in die kümmerlich beleuchtete Theresienstraße und zugleich auch in die Altstadt bis über den Marktplatz ergoß.“



Das „100-jährliche“ Hochwasser 2003 richtete in der Stadt einen Schaden von ca. 7 Millionen Euro an und war der letzte Anstoß für den danach in 3 Jahren realisierten Hochwasserschutz.

### Von kleinen Schritten und kühnen Plänen

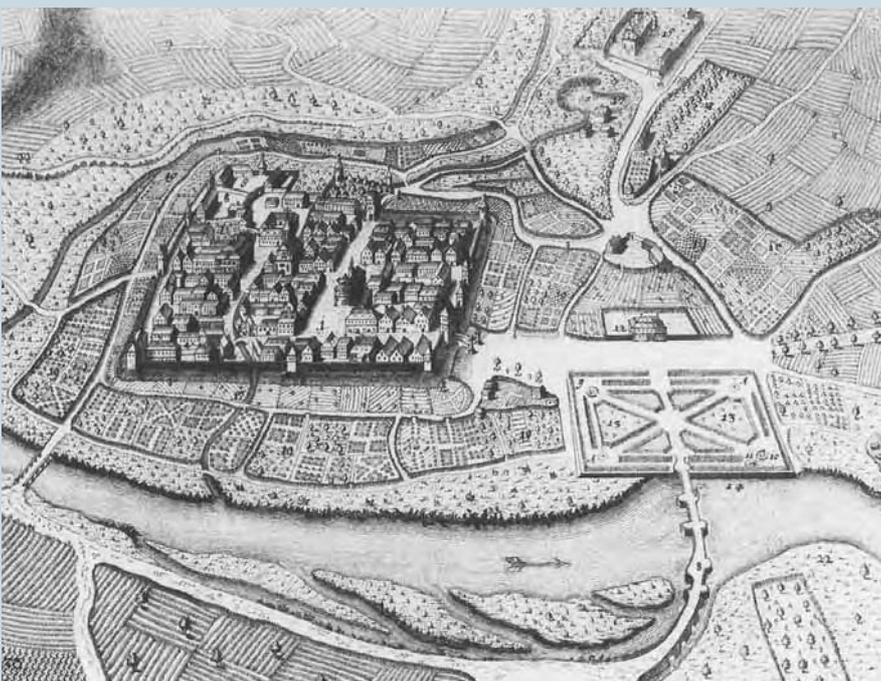
Schon früh versuchte man, der Hochwassergefahr Herr zu werden. 1737 begannen an der Saale umfangreiche wasserbauliche Arbeiten: „Nach beendigter dießjähriger Kurzeit fing man an, den sogenannten scharfen oder Badbrunnen, welcher 370 Fuß weit von dem Trinkbrunnen entfernt ist, gegen die häufigen Ueberschwemmungen des ihm allzu nahen Saalflusses zu schützen, indem dieser 72 Fuß westwärts weiter hinaus gegen die Wiesen abgeleitet wurde.“ Der Kurplatz „wurde zum Schutz gegen Überschwemmung um 7 Fuß erhöht und geebnet, dann ward auf einem mit Klee besäeten Raume von 200 Schritt Länge und über 100 Schritt Breite eine Kastanien-Allee angelegt, unter deren Schatten die Kurgäste während des Wasserge-



Nicht umgesetzter Entwurf für den Ausbau der Fränkischen Saale in Bad Kissingen um 1829. „Plan über die Correction der Saal bey Kissingen“ (mit neuer Brücken-Anlage und Schutzdamm).

nusses die ärztlich vorgeschriebene Bewegung machen konnten.“

Eine weitere Überlegung war, die Quellen und den Kurgarten mit einer neuen dreibogigen Brücke, einem Saale-Durchstich und einem Damm zu schützen. Hier blieb es beim Lösungsansatz – er hätte auch keine Rücksicht auf die oberhalb liegende Kissinger Altstadt genommen.



„Prospect der Stadt Kissingen und dabey gelegenen Gesundheits-Brunnen“ Johann Balthasar Gutwein um 1770 (Ausschnitt).

### Die Wende nach dem Hochwasser 2003

Immer wieder gab es Überlegungen und Planungen für einen besseren Hochwasserschutz in Bad Kissingen, keiner jedoch wurde verwirklicht. Erst das Hochwasser am 3. Januar 2003 gab den nötigen letzten Anstoß, um endlich einen wirksamen Hochwasserschutz zu installieren. Dieses Ereignis war an der Fränkischen Saale mindestens ein 100-jährliches Hochwasser. Es verursachte allein in der Stadt Bad Kissingen einen Schaden von rund 7 Millionen Euro. Soweit es sich rekonstruieren lässt, erreichte es die gleiche Größenordnung wie das oben beschriebene Hochwasser von 1909.

Die meisten Überflutungen im Einzugsgebiet der Fränkischen Saale sind Winterhochwasser. Sie entstehen häufig durch eine Kombination von plötzlichem Temperaturanstieg und heftigen Regenfällen, die zu einem raschen Abschmelzen der Schneedecke führen. Ganz und gar untypisch war da das Hochwasser 2003, bei dem Schnee keinerlei Rolle spielte.

Eine besondere Herausforderung beim Bau des Hochwasserschutzes war die Begrenzung der Bautätigkeit auf die besucherschwachen Herbst- und Wintermonate.



Kombination aus festem und mobilem Schutz im Bereich des neu gebauten Luitpoldsteges.



Die neue Schweizerhausbrücke.



Unmittelbar nach dem Hochwasser begannen die Planungen für den Hochwasserschutz. Dabei galt es, zwei Dinge zu verbinden: Die technische Funktionsfähigkeit des Schutzsystems und den Schutz der Heilquellen – eine sehr anspruchsvolle Aufgabe. Die Planer erreichten das hochgesteckte Ziel durch eine Kombination aus Eindeichung, Ufermauern, flussbaulichen Maßnahmen und mobilen Elementen. Außerdem wurden zwei Fußgängerstege neu errichtet und die Binnenentwässerung sichergestellt. Die Kosten beliefen sich auf rund 14 Millionen Euro. Bereits im Jahre 2007 konnte die Stadt die neu gebauten Hochwasserschutzvorrichtungen einweihen.



Der Hochwasserschutz in Bad Kissingen zeigt vorbildlich, wie die technische Funktionsfähigkeit des Schutzsystems mit den städtebaulichen Rahmenbedingungen in Einklang gebracht werden kann. Oben: im Rosengarten, links: an der Wandelhalle.

# Hof – Stadtgründung über dem Hochwasser

Mancher Abonnent des Hofer Anzeigers musste am 25. November 1890 länger auf seine Zeitung warten: Drei der Zeitungsausträger wurden am Morgen in ihren Wohnungen von Hochwasser überrascht und mussten zunächst ihr Hab und Gut retten. Kenner der lokalen Verhältnisse schließen daraus: Die Zeitungsausträger wohnten in der Hofer Vorstadt oder in den neu entstandenen Arbeitervierteln - im bekannten Überschwemmungsbereich der Sächsischen Saale. Noch über 100 Jahre sollte es dauern, bis hier die Hochwassergefahr durch aufwändige technische Hochwasserschutzanlagen gebannt war.

In der Chronik der Stadt Hof sind viele Hochwasser zurückliegender Jahrhunderte dokumentiert. Für alle gilt: Der hochgelegene Stadtkern blieb stets trocken.

### 1565

„Ein noch größerer Feind als das Feuer war in diesem Zeitraum das Wasser. So verursachte ein Eisgang am 2. März

Hochwasser der Saale zwischen Hof und Unterkotzau im Juli 1954.



1565 großen Schaden. Das Hochwasser drang fast bis zum unteren Tor. In der Vorstadt lief es in etlichen Häusern in die Stubenfenster. Die Bewohner flüchteten auf Pferden über die Spitalbrücke in die Stadt. Die so genannten Hohen Stege, ebenso sämtliche Bleichhäuser an der Saale wurden weggerissen.“

### 1582

„Noch größere Verheerungen rief ein mit einem Gewitter verbundener außerordentlich starker Platzregen am 15. Juli 1582 hervor. Die auf den Saalewiesen ausgespannten „Schlör“ (Schleier), sowie viele Holzstöße wurden weggeschwemmt. Das Haus des alten Fuhrmanns Baumann in der Nähe der steinernen Brücke unterhalb der Lorenzkirche wurde von gewaltigen Wassermassen mitsamt dem Stall und dem darin befindlichen Vieh fortgerissen. Auch die benachbarten Häuser und Ställe wurden schwer beschädigt, die Baumgärten verwüstet und verschlammte. Hans Flessa von Wölbattendorf, der während des starken Gewitters nach Hause gehen wollte, wurde vom Wasser erfasst und ertrank.“

### Hydrologische Daten der Sächsischen Saale bei Hof

Einzugsgebiet	523 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	0,92 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	5,41 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	56,8 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	180 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1946	149 m <sup>3</sup> /s



Einzugsgebiet der Sächsischen Saale bis Hof.

Hochwasser durch die Sächsische Saale in Oberkotzau, 1909.



Der Schaden auf den Feldern nahm größte Ausmaße an. Bereits am 14. Juni folgte wiederum ein starkes Gewitter mit wolkenbruchartigem Regen. Viele Felder wurden „verschwemmt und abgerissen“. Nun hielt das Regenwetter wochenlang an. Viel Getreide wurde nicht reif. Was geschnitten wurde, verfaulte zum Teil auf den Feldern.“

Über das Hochwasser vom 25. November **1890** berichtet der Hofer Anzeiger: „In Folge mehrtägigen Regenfalles und eines förmlichen Wolkenbruches... hatten wir heute Vormittag großes Hochwasser. Der erste Schub desselben kam gegen 8 Uhr, im Nu die Mühlstraße, die Vorstadt, die Gerbergasse unter Wasser setzend, so dass die Erdgeschosse geräumt und zur Aufrechterhaltung des Verkehrs Notbrücken gebaut werden mussten.“

Am 6. Februar **1909** war im Hofer Anzeiger zu lesen: „Infolge des unaufhörlichen Regnens in die ungeheuren Schneemassen ist die Saale so stark gestiegen, dass ein Teil der an der Saale gelegenen Fabriken den Betrieb einstellen musste. Gegen früh 2 Uhr erfolgte, nachdem an der Freimachung der Eismassen bis spät abends gearbeitet worden war, der Eisgang, der über eine Stunde dauerte und Brücken, Stege, Bäume, Gartenzäune unter donnerähnlichem Gekrache mit sich führte.“



Hochwasser in Hof, 15. November 2002.

### 1609/1610

„Von Weihnachten 1609 bis zum 12. Januar 1610 verursachte Regenwasser Hochwasser der Saale. Die Hofer Bürger hatten großen Schaden dadurch, dass ihnen „ein gut Teil“ ihres in der Nähe der Saale lagernden Holzes weggeschwemmt wurde.“

### 1816

„Schon am 25. und 26. Mai 1816 ereigneten sich in Hof Wolkenbrüche von solchem Ausmaß, dass die Erdge-

schoß-Wohnungen der tiefer liegenden Häuser in der Pfarr und Vorstadt voll Wasser standen. Die Wassermassen fluteten mit großer Gewalt die „Chaussee“ hinab in die Pfarr wo sie eine starke Mauer umrissen. Das Haus des Blechschmidt wurde unterspült. Durch Stützen gelang es, dasselbe vor dem Einsturz zu bewahren. Das untere Stockwerk des Gasthofs „Zum roten Roß“ „wurde ganz mit Wasser angefüllt, dass niemand ein noch aus konnte und Keller und Gewölbe ersoffen“.

Der höchste Abfluss der Sächsischen Saale wurde im Februar **1946** mit  $149 \text{ m}^3/\text{s}$  gemessen. Auch das Juli-Hochwasser von **1954** hinterließ mit einer Durchflussmenge von  $114 \text{ m}^3/\text{s}$  Schäden in den tiefliegenden Bereichen der Stadt.

Handarbeit im wörtlichen Sinne: Die Schwesnitz, ein Seitengewässer der Saale (Einmündung in Oberkotzau) wurde zur Verbesserung der Abflussleistung 1923/1924 ausgebaut.

### Städtebauliche Entwicklung der Stadt Hof

Schon immer siedelten die Menschen in der Nähe von Flüssen, die ihnen Wasser, Nahrung und Energie lieferten und gleichzeitig zum Warenverkehr per Schiff oder Floß genutzt werden konnten. So ist in Hof eine erste Siedlung schon im 11. Jahrhundert nachweisbar. Außerdem bot der erhöhte und von drei Seiten umflossene Siedlungsgrund an der Saale gute Verteidigungsmöglichkeiten bei geringem Aufwand. 1230 gründete Otto I. Graf von Andechs und Herzog von Meranien die Neustadt, die heute den Namen Hof führt. Im 13. Jahrhundert wurden die Vögte von Weida mit dem Territorium belehnt. Sie erbauten das Schloss und verstärkten die Stadtbefestigung, innerhalb derer Rathaus, Kirche, Schule und Kloster errichtet wurden, auf der Anhöhe oberhalb des Flusses. Am Ufer der Saale selbst befanden sich klugerweise nur solche Einrichtungen, die die Nähe zum Wasser brauchen: Mühlen, Badehäuser, Gerbereien, Färbereien und Abdeckereien. Die anderen Flächen in der Saaleaue blieben wegen Hochwassergefahr unbesiedelt. Sie dienten als Viehweide, wurden ackerbaulich oder als Lagerflächen, zum Beispiel für Holz genutzt.

Saaleregulierung in der Stadt Hof-Mitte um 1921.



Diese Raumnutzung blieb mehrere Jahrhunderte unverändert. Die einstmalige kluge Zurückhaltung wurde aufgegeben – in dem Maße, wie die industrielle Produktion nach stadtnahen Freiflächen gierte. Aus dem traditionellen Tuchmacherhandwerk entwickelte sich ab 1850 eine blühende Textilindustrie. Die für die Fabrikbauten erforderlichen Flächen fanden sich am einfachsten im Nahbereich der Saale, zumal dort die Wasserversorgung und auch die Abwasserbeseitigung leicht zu gewährleisten waren. Für die Belegschaften der Betriebe wurden unmittelbar nebenan Wohnviertel errichtet. Außerdem musste die erforderliche Infrastruktur (Straßen, Wege, Brücken über die Saale) erstellt werden. Mehr noch: In der Saaleaue entstanden außerdem Dampfziegeleien, ein Elektrizitätswerk, Brauereien, eine Zellstoff- und eine Porzellanfabrik. Die rasante Entwick-

lung der Stadt im 19. Jahrhundert lässt sich an den Einwohnerzahlen ablesen; 1818: circa 4 700 Einwohner, 1840: circa 8 000 Einwohner und 1900: circa 33 000 Einwohner.

### Schadenspotenzial

Die Menschen wussten um die Gefahren des Wassers, deshalb war das Schadenspotenzial bis in das 19. Jahrhundert hinein nach heutigen Maßstäben gering. Immerhin: Historische Berichte erwähnen zerstörte oder beschädigte Brücken, Stege und Scheunen, Ernteauffälle und abgeschwemmtes Gut. Auch an den am Wasser angesiedelten Gewerbebetrieben sowie an den Wehren entstanden Schäden.

Menschen ertranken nur selten, die wenigen Opfer hielten sich beruflich an der Saale auf oder verunglückten beim Benutzen der Stege. Die meisten Hofer Bürger waren nicht direkt vom Hochwasser betroffen, da die Wohnstadt auf hochwassersicherem Gelände angelegt war. Erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts stieg das Schadenspotenzial sprunghaft an. Nun waren Fabriken, Wohnviertel und Infrastruktureinrichtungen betroffen.

## Flussbauliche Entwicklung in Hof

Die ersten größeren Eingriffe wurden mit dem Bau zahlreicher Wehre und Mühlkanäle, die der Nutzung der Wasserkraft und der Wasserentnahme dienten, vorgenommen. Der Bau von Brücken und Stegen mit zu kleinen Durchflussöffnungen behinderte den Hochwasserabfluss. Die Folge waren Schäden: von gering bis dramatisch. Mit der Bebauung hochwassergefährdeter Bereiche und dem Wachstum der Bevölkerung im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts musste wieder verstärkt baulich in den Gewässerlauf eingegriffen werden.

Die mit Industrie und Bevölkerung zunehmenden Abwassermengen führten zu einer drastischen Verschmutzung der Saale – Schlammablagerungen, Geruchsschwaden, Seuchengefahren belasteten den Fluss und die Anwohner.

Die meisten Abwässer flossen ungeklärt direkt in die Saale und deren Mühlkanäle. Zahlreiche Wehre in der Stadt, die einem ungehinderten Abfluss im Wege standen, verschlechterten die Situation zusätzlich.

Ab 1926 ging man daran, den städtischen Mühlgraben aufzufüllen und an dessen Stelle einen Kanal zu verlegen. Er nahm die Abwässer bereichsweise auf, leitete sie jedoch innerhalb des Stadtgebietes wieder in die Saale ein. Dieser unerträgliche Zustand dauerte an, bis in den 60er Jahren die Kläranlage gebaut und ein weiterer Abschnitt der Saale verlegt wurde.

Innerhalb des Stadtgebietes ist die Saale abschnittsweise reguliert und korrigiert. So ist seit den Jahren um 1925 der Saale-Durchstich angelegt. Dabei war ein Teil des alten Flusslaufes verfüllt und durch eine „geräumige Hochflutrinne mit einem schmalen Betonbett für Normalwasser“ ersetzt worden. Zahlreiche Brücken mit größeren Öffnungen entstanden.

„Modernes“ Bauverfahren 1921: Stahlbetonsohle für die Saale.



Saaleregulierung in der Stadt Hof („Saale-Durchstich“) vor Einlass des Wassers 1957.

## Hochwasserschutz als Gewinn für die Lebensqualität

Der Bau der innerstädtischen Hochwasserschutzanlagen von 1991 bis 1997, der stark ökologische Belange berücksichtigte, stellt den vorläufigen Abschluss der flussbaulichen Entwicklung in Hof dar. Auf einer Länge von 2,5 km wurden Mauern und Deiche in das Ortsbild eingepasst. Auch die Integration des Saale-Radweges und die parkähnliche Gestaltung werten den Fluss nun als Naherholungsgebiet auf.



Moderner Hochwasserschutz in Hof (oben) und Oberkotzau gliedert sich heute positiv in das Stadtbild ein. Auch in Fattigau und Schwarzenbach wurden umfangreiche Hochwasserschutzmaßnahmen umgesetzt.

# An der schönen braunen Donau...

## Die bayerische Donau und ihre Nebenflüsse im Wandel der Zeit

Betrachtet man historische Landkarten, so wird deutlich, dass sich das urbane Leben in erster Linie an den größeren Gewässern entwickelt hat. Besonders augenfällig wird das entlang der Donau. Sie war und ist noch heute eine der wichtigsten Lebensadern in Bayern.

Die äußerst fruchtbaren Böden der Donauauen und die fischreichen Gewässer luden schon in der Jungsteinzeit Menschen zur Besiedelung und Kultivierung ein. Auch die Rolle als Transport- und Handelsweg ist schon aus der Römerzeit überliefert. Bereits im frühen Mittelalter begann man, die Kräfte des Wassers in Triebwerken zu nutzen. Die bescheidenen technischen Hilfsmittel auf dem flachen Land reichten jedoch gerade aus, kleine Bäche und Flüsse zu zähmen. Nur die Städte konnten sich schon im Mittelalter Bau und Unterhalt von Wehranlagen und Kanälen an Flüssen leisten. Augsburg errichtete im 14. Jahrhundert den Hochablass, ein großes Lechwehr und leitete damit Wasser in seine Kanäle. Auch andere Städte bauten solche Ausleitungen: München und Landshut an der Isar, Füssen, Schongau und Landsberg am Lech.

Die „Steinerne Brücke“ in Regensburg.



Es ist daher nicht verwunderlich, dass bis Anfang des 19. Jahrhunderts die Donau mit ihren Auen in erster Linie von der natürlichen Flussdynamik bestimmt war. Erst ab etwa 1806 begannen größere Flusskorrekturen zwischen Ulm und Donauwörth und ab circa 1826 zwischen Ingolstadt und Kelheim. Der natürliche Flusslauf wurde auf ein gestrecktes, etwa 75 bis 120 m breites Gerinne reduziert. Ursprüngliches Ausbauziel war nicht der Schutz von Siedlungen und landwirtschaftlichen Flächen, sondern die Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse. Die Landwirtschaft strebte nur den Schutz vor schadbringenden Hochwassern im Sommer an, die Winterhochwasser dagegen, mit ihrer düngenden Wirkung, waren sogar erwünscht.

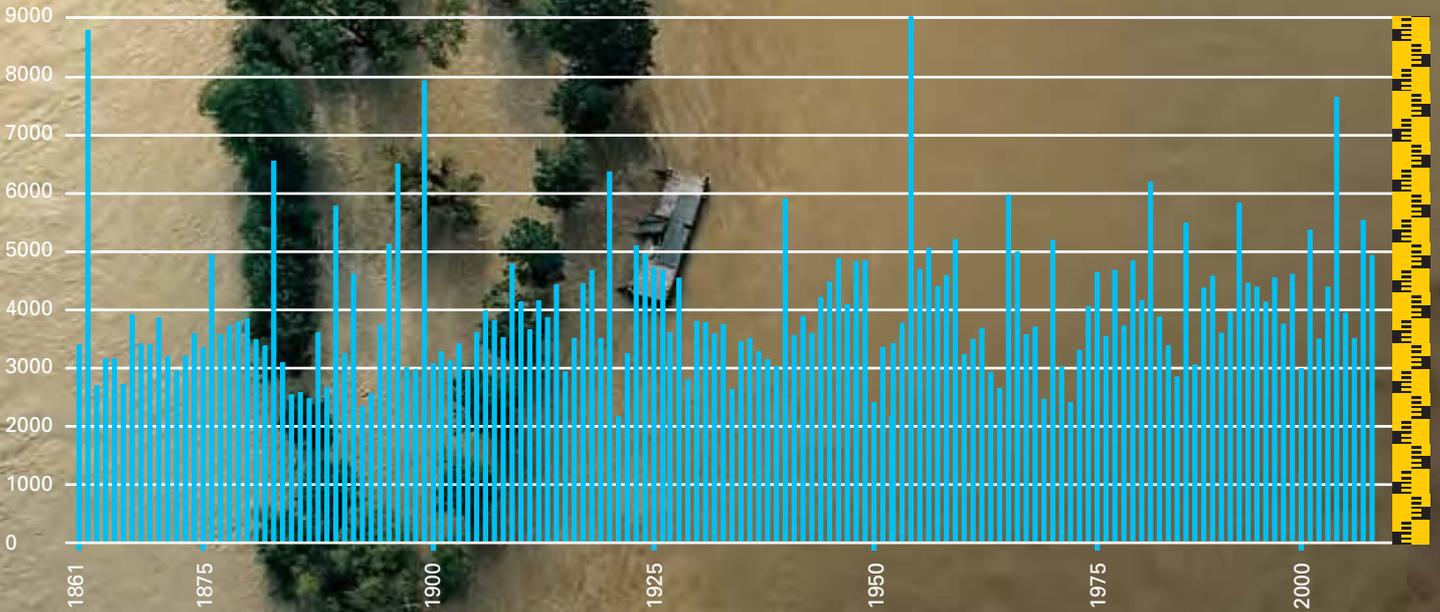
Bis 1920 folgten dann weitere Gewässerausbauten, Begradigungen und der Bau von Hochwasserdeichen. Einmündungen von Zuflüssen wurden flussabwärts verlegt. Die damit einhergehende Laufverkürzung erhöhte das Gefälle und die Fließgeschwindigkeit deutlich mit der Folge, dass sich die Donau verstärkt eintiefte und der Grundwasserspiegel mit dem Donauspiegel sank. Die Vernetzung von Fluss und Aue und die Abfluss- und Gewässerdynamik gingen immer mehr verloren.

Jahreshöchstabfluss in m<sup>3</sup>/s der Jahre 1861 – 2006, gemessen am Pegel Achleiten, unterhalb von Passau.

Bild: Hochwasser in der Passauer Altstadt 2002.



Abfluss  
in m<sup>3</sup>/s



## Hochwasser an der Donau



Der Ausbau des Flusses und seine Eintiefung schafften die Voraussetzung für flächige Entwässerungsmaßnahmen und führten zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung in den Auen und Niedermooren.

Nach den Hochwasserereignissen um 1920 war durch die Zunahme des Schadenspotenzials in den Überschwemmungsgebieten ein größeres Schutzbedürfnis entstanden. Nun waren durch die aufkommende Verwendung von Kunstdünger in der Landwirtschaft die Winterhochwasser trotz ihrer düngenden Wirkung ebenfalls unerwünscht. Forderungen kamen auf den Tisch, einen weitergehenden Hochwasser-

schutz zu entwickeln. Die steigende Industrialisierung und der Fortschritt der Technik brachten nach 1930 weitere Änderungen: Der Ausbau der Wasserkraft war in großem Stil an allen Gewässern möglich geworden. An Iller, Lech, Isar, Inn und Alz setzte ein systematischer Ausbau ein. Zunächst entstanden Ausleitungskraftwerke, bei denen Wasser über Wehranlagen in Kanäle und von dort zu den Kraftwerksanlagen geleitet wurde. Dann setzte sich vielerorts das Konzept der Kraftwerksketten mit mehreren hintereinander folgenden Staustufen durch. Nahezu alle großen Zuflüsse und die Donau selbst werden heute zur Energiegewinnung genutzt.

Hochwasserschutz-Planung 1924 (rote Linien).  
Oben: Leipheim bis Höchststadt. Unten: Bertoldsheim bis Ingolstadt. Die blau eingefärbten Kartenteile zeigen die überschwemmten Flächen beim Hochwasser 1924.





Die Bedeutung der Donau für das Leben in der Region spiegelt sich nicht nur in der geschichtlichen Entwicklung, sondern auch in unserer heutigen Zeit wider: Der Fluss bestimmt immer noch große Teile des Landschaftsbildes, die Grundwasserstände sowie die Land- und Forstwirtschaft. Die Uferbereiche sind auch gern genutzte Ziele für die Freizeit und Erholung der Menschen.

### Bayerisches Donauegebiet

- Bayerische Landesgrenze
  - Europäische Hauptwasserscheide
  - Einzugsgebietsgrenzen
  - Pegelstandorte (Auswahl)
- 0 50 km



# Hochwasser an der Donau

Hochwasser des „Regen“.



Die Donau bekommt ihr Wasser aus den Alpen und den Mittelgebirgen. Stauniederschläge und Schneeschmelze machen sie zu einem der hochwasserreichsten Flüsse Europas.



## Die Hochwasser der Donau über das Jahr verteilt

Stets ein Thema war und ist die Bedrohung der Menschen durch das Hochwasser. So vielgestaltig und abwechslungsreich wie die Donau selbst sind auch ihre Hochwasser und deren Entstehung. In ihrem rund 77 000 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet in Bayern durchströmt sie die verschiedensten Landschaften und Naturräume.

Iller, Wertach, Lech, Isar und Inn, die größeren südlichen Zuflüsse zur Donau, haben ihren Ursprung in den Alpen. Schmelzwasser und Stauniederschläge führen im Sommer zu einer höheren Wasserführung. Bedrohlich wird hier die Situation, wenn so genannte Vb-Wetterlagen (sprich: „Fünf“-B-Wetterlage) auftreten. Im Winter ist der Niederschlag dagegen in Schnee und Eis gebunden.

Ebenso von Süden kommend haben Günz, Mindel, Zusam, Schmutter, Paar und Vils ihren Ursprung im tertiären



Hochwasser in Regensburg 1988.

Hügelland und auf den Schotterflächen des Alpenvorlandes. Mit zunehmendem Abstand vom Gebirge regnet es hier weniger. Die gute Speicherfähigkeit der Böden sorgt darüber hinaus für eine gleichmäßigere Wasserführung.

Wörnitz und Altmühl entwässern die Mittelgebirgslagen der Schwäbischen und Fränkischen Alb, Naab und Regen hauptsächlich den Oberpfälzer und Bayerischen Wald. Ergiebige Dauerregen, aber auch Schneeschmelze, füh-

ren dort zu Hochwasser. Katastrophale Hochwasser entstehen hier bei plötzlichen Warmlufteinbrüchen mit gleichzeitig ergiebigen Regenfällen auf eine Schneedecke bei gefrorenem Boden. Ein derartiges Ereignis verwüstete zum Beispiel im Februar **1909** das Gebiet der Fränkischen Alb zwischen Altmühl und Naab.

Zusätzlich können im Einzugsgebiet des Regens auch die bereits erwähnten Vb-Wetterlagen Hochwasser auslösen. Vom trägen Mittelgebirgsfluss bis zum hochalpinen Wildbach – sie alle haben ihren spezifischen Einfluss auf die Wasserführung der Donau. Obwohl die Donau zu den hochwasserreichsten Flüssen Europas zählt, ist selten das ganze Einzugsgebiet gleichzeitig von Hochwasser betroffen. Nur das Hochwasser von **1845** und die Tauflut von **1882/83** bewirkten Überschwemmungen auf fast der gesamten Fläche.



Aus alten Schriften geht hervor, dass auch das Hochwasser vom 28. Dezember **1882** bis 3. Januar **1883** beinahe das ganze Einzugsgebiet der bayerischen Donau umfasste. Es wird von einem Katastrophenhochwasser gesprochen. Alle linksseitigen Zuflüsse – Wörnitz, Altmühl, Naab, Regen – führten Hochwasser. Zusätzlich brachten die Alpenzuflüsse – Iller, Lech, Isar und die Nachwelle des Inn – so beträchtliche Wassermassen, wie sie sonst nur ein- bis zweimal im Jahrzehnt und im Winter fast gar nicht vorkommen. Ursächlich für diese Katastrophe waren tagelang andauernde starke Regenfälle mit Schwerpunkt im Bayerischen Wald und Schneeschmelze durch einen plötzlichen Temperaturanstieg. Hinzu kamen noch eine starke Durchfeuchtung des Bodens und Eisabtrieb in Wörnitz, Altmühl und Naab. Dieses Hochwasser überschwemmte insgesamt eine Fläche von 625 km<sup>2</sup>.

In allen anderen Fällen traten und treten Hochwasserschwerpunkte auf, zum Beispiel in Donauwörth, Regensburg oder Passau. Die Donau bis oberhalb Passau ist besonders im Winter prädestiniert für Hochwasser. Die größten wurden in den Jahren **1845**, **1850**, **1862** und **1882** beobachtet. Damals erreichte die Donau noch höhere Wasserstände als im März **1988**. Meist lassen die hohen Zuflüsse der Wörnitz, Altmühl, Naab und Regen die Pegel steigen. Größere Wassermengen steuern auch die Flüsse des Alpenvorlandes bei. Durch die großen alpinen Zuflüsse Iller, Lech, Isar und Inn wird der Wasserstand im Winter aber kaum beeinflusst. Im Sommer verursachen dagegen die Alpenflüsse Hochwasserereignisse. Dann spielt das Wasser der nördlichen Zuflüsse Wörnitz, Altmühl, Naab, Regen und Ilz meist eine untergeordnete Rolle. In den Jahren **1890**, **1924** und **1954** führten nördliche und südliche Zuflüsse

aber zur selben Zeit Hochwasser. Aus der Summe beider entstanden damals extreme Sommerhochwasser. „Es war katastrophal für die bayerische Donau, für Iller, Lech, Isar und Inn; auch die Flüsse der bayerischen Hochebene wie Günz, Mindel, Zusam, Schmutter, Paar, Ilz, Abens, ja sogar vom nördlichen Einzugsgebiet die Wörnitz und Altmühl, brachten bedeutende Hochwassermassen.“ Verantwortlich für dieses extreme Hochwasser vom 31. Juli bis 6. August **1924** waren lang anhaltende starke Regenfälle von rund 40 Stunden, die das südliche und Teile des nördlichen Einzugsgebietes der bayerischen Donau von West nach Ost durchzogen. Besonders betroffen war der Chiemgau. Hier fielen in 30 Stunden 300 mm Regen. Begleitet von einer Schneeschmelze und bereits vorher wassergesättigten Böden wurde das Hochwasser zur Katastrophe. Die Donaudeiche ober-

halb von Höchstädt und kurz darauf auch unterhalb von Neustadt brachen. Dadurch wurde der Scheitel der Hochwasserkurve deutlich gekappt. In Kelheim wäre der Wasserstand sonst 14 cm höher gewesen. Insgesamt wurden 375 km<sup>2</sup> entlang der Donau überschwemmt.

In früheren Zeiten gab es an vielen Strecken der Donau Eishochwasser, die durch Eisstau und Eisversetzung verursacht wurden. Das letzte große Eishochwasser an der Donau war im Februar **1963**. Heute besteht eine solche Gefahr kaum noch: Flussregulierungen, Staustufen und die Aufheizung der Gewässer durch zahlreiche Einleitungen haben die Eisgefahr stark vermindert.



Phänomen der Vergangenheit: Hochwasser durch Eisstau. Oben: Regensburg im Winter 1893, unten: Donauwörth 1963.

### Der Inn – der grüne Donauzufluss

Der Inn ist auf deutschem Gebiet der bedeutendste Nebenfluss der Donau. Im eigentlichen Sinne kann man gar nicht von einem „Nebenfluss“ sprechen. Denn obwohl sein Einzugsgebiet nur halb so groß ist wie das der Donau, ist der Abfluss deutlich höher. Mehr noch, durch seinen typischen hochalpinen Charakter prägt der Inn mit seinem Abflussverhalten und vor allem mit seinem Hochwassergeschehen die Donau. Schmelzwässer aus Schnee und Gletschern füllen den Inn im Sommer. Zusammen mit Regenfällen können sie zu extremen Hochwasserständen führen. Oberhalb von Passau bringen diese im Inn bisweilen doppelt so hohe Abflüsse wie die größten Sommerhochwasser der Donau.

Ein Beispiel: Das Hochwasser von **1954**, das nahezu das gesamte Donaugebiet heimsuchte, erreichte am Inn einen Spitzenabfluss von 6700 m<sup>3</sup>/s und an der Donau oberhalb von Passau nur 3320 m<sup>3</sup>/s!

Ähnlich wie an der Donau entstehen auch am Inn hohe Hochwasser in unterschiedlichen Naturräumen. Deshalb kann es bei extremen Hochwassern zu Überlagerung aus dem alpinen und voralpinen Bereich kommen.

Eher selten treten am Inn Winterhochwasser auf. Dass diese dennoch schon vorgekommen sind, zeigen alte Aufzeichnungen. Herausragend ist dabei das Winterhochwasser vom Februar **1862**. Hier lieferten die Alpen einen wesentlichen Beitrag zum Hochwasser. Am Pegel Neuhaus/Inn wurden damals rund 4500 m<sup>3</sup>/s gemessen.

Besonders stark prägt die Salzach, der größte Nebenfluss des Inn, das Hochwassergeschehen, da sie am Zusammenfluss mit dem Inn mindestens ebenso große Abflüsse hervorbringen kann wie dieser selbst. Die Hochwassermarken an der Salzach in Burghausen und Laufen aus der Zeit vor **1826** weisen darauf hin, dass die größten Abflüsse der Salzach diejenigen des Inn sogar übertreffen.

Treffen die Hochwasser aus Inn und Donau zeitlich zusammen, so bedeutet das eine große Gefahr für Passau und die Donauanlieger unterhalb.

Die Drei-Flüsse-Stadt Passau mit den Zusammenflüssen von Inn, Donau und Ilz. Einer der neuralgischen Hochwasser-Punkte in Bayern.





## Die Hochwasser der Donau über die Jahrhunderte hinweg

Auch wenn uns die Hochwasser von Pfingsten **1999** oder vom August **2005** noch in guter Erinnerung sind, sollte nicht vergessen werden, dass es Hochwasser schon früher gegeben hat:

Historische Hochwasserkatastrophen nach alten Berichten und Chroniken – Auszüge aus den Quellentexten zur Witterungsgeschichte von Weikinn.

### 1012 Donau

„In jener Zeit trat die Donau in Bayern über ihre Ufer und der Rhein ebenfalls. So kam eine unzählbare Menge Menschen und Vieh um, und auch viele Gebäude und Wälder wurden durch die Gewalten der Fluten zerstört.“

### 1051 Donau

„Nämlich während der Sommerszeit traten infolge der Regengüsse die Gewässer außerordentlich über ihre Ufer. Hierdurch kamen sowohl zahlreiche Menschen als auch Pferde im Wasser um.“

### 1235/36 Donau

Regensburg: Zerstörung ganzer Stadtviertel durch Einsturz von Mauern, Häusern und Türmen im Winter, wobei „Menschen wie Tiere von den Wogen mitgerissen und in den wilden Fluten ein nasses Grab fanden.“

### 1342 Rhein, Main, Donau „Magdalenen-Hochwasser“

„...In diesem Sommer war eine so große Überschwemmung der Gewässer durch den ganzen Erdkreis unserer Zone, die nicht durch Regengüsse entstand, sondern es schien, als ob das Wasser von überall her hervorsprudel-

te, sogar aus den Gipfeln der Berge,... und über die Mauern der Stadt Köln fuhr man mit Kähnen... Donau, Rhein und Main... trugen Türme, sehr feste Stadtmauern, Brücken, Häuser... und die Bollwerke der Städte davon. ...



und die Schleusen des Himmels waren offen, und es fiel Regen auf die Erde wie im 600. Jahre von Noahs Leben, ... ereignete es sich in Würzburg, daß dort der Main mit Gewalt die Brücke zertrümmerte und viele Menschen zwang, ihre Behausungen zu verlassen.“



und die Schleusen des Himmels waren offen, und es fiel Regen auf die Erde wie im 600. Jahre von Noahs Leben, ... ereignete es sich in Würzburg, daß dort der Main mit Gewalt die Brücke zertrümmerte und viele Menschen zwang, ihre Behausungen zu verlassen.“

Historische Hochwasserstände in Kelheim.

### 1501 Donau

Das größte bekannte Donauhochwasser in Passau. In Regensburg hatte es bereits eine außerordentliche Höhe erreicht. Es wurde durch den extremen Abfluß des Inn verstärkt. Das Hochwasser vom 15. August 1501 vernichtet ganze Felder, die Folge war eine große Teuerung.

### 1709 Donau, Main

Regensburg: (Bericht) von dem Anstürmen der Eisschollen bis zur Höhe des Schwabelweiser Kirchturmes am 5. Januar 1709 und von der Zerstörung von Häusern, Brücken, Mühlen, Würzburg, Kitzingen, Ochsenfurt:

„Es liesse die Kälte wieder nach, folgte ein Regen-Wetter bey 4. Täg, wobey der Mayn aufgangen, und sich also ergossen,... Was das Wasser für Schaden... gethan habe,... ist nicht zu beschreiben.“

### 1784 Donau, Main

Regensburg: Bericht von einem Abschwemmen von sechs Wohnhäusern in Donaustauf durch die Taufut des Jahres 1784. Main: Das Hochwasser von 1784 im Maintal kann wie auch in anderen Flußgebieten Mitteleuropas als eines der größten Hochwasser in historischer Zeit angesehen werden. Die außergewöhnliche Höhe der Flutwelle war auf die Regenfälle, die Schmelzwassermengen und auf Eisstau zurückzuführen.

# Regensburg in der Traufe

Steinerne Brücke beim Hochwasser 2002.



„Damm bei Niederachdorf geborsten, Hunderte in Lebensgefahr, Katastrophen-Alarm in Regensburg und Passau, Bereits mehrere Todesopfer, Wasserstände der Flüsse steigen unaufhörlich“, so lauteten die Schlagzeilen der Mittelbayerischen Zeitung vom Montag, dem 28. März **1988**. Es war der Tag, an dem der Pegel in Regensburg an der Eisernen Brücke mit 659 cm den höchsten Stand seit Menschengedenken erreichte. Aber es war nicht die Katastrophe schlechthin, unvorhersehbar und noch nie da gewesen, sondern nach langer Zeit wieder einmal ein großes Hochwasser, von dem man gehofft hatte, dass so etwas nicht mehr kommen würde.

Hochwasser sind keine Erscheinung der Neuzeit. Es gab sie immer schon. Geschichtlich belegt sind sie an der Donau ab dem 8. Jahrhundert. Viele waren größer als die „Jahrhundertfluten“,

### Hydrologische Daten der Donau bei Regensburg (Pegel Schwabelweis)

Einzugsgebiet	35 450 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	190 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	445 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	1 510 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	3 400 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1845	3 880 m <sup>3</sup> /s



Das Einzugsgebiet von Donau, Naab und Regen bis Regensburg.



die wir heute über die Medien direkt ins Wohnzimmer geliefert bekommen; so die Hochwasser von **1012** und **1051**. Im Winter **1235/36** zerstörte die Donau ganze Stadtviertel, ließ Mauern, Häuser und Türme einstürzen, wobei „Menschen wie Tiere von den Wogen mitgerissen und in den wilden Fluten ein nasses Grab fanden.“

Bei Grabungen zum Bau der Bischofsgruft unter dem Dom St. Peter hat das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege Sedimentschichten der Donau gefunden, die so hoch lagen, dass das zugehörige Hochwasser aus dem 12. Jahrhundert mehrere Meter über einem heutigen 100-jährlichen Hochwasser und in Höhe der Brüstungen der „Steinernen“ abgelaufen sein muss. Da hätten sogar die Römer hinter den 10 m hohen Mauern ihres Kastells Castra Regina nasse Füße bekommen.

Am Magdalenenstag **1342** gab es sowohl an der Donau, als auch im Main- und Rheingebiet ein besonders schlimmes Hochwasser. Es dürfte sich um die größte, geschichtlich belegte Flut in Mitteleuropa gehandelt haben. „Als ob das Wasser von überall her hervorsprudelte, sogar aus den Gipfeln der Berge...und die Schleusen des Himmels waren offen.“ In vielen Gegenden hatte es in vier Tagen mehr geregnet als sonst in drei Monaten.

Im Jahr **1501** lief in Regensburg eines der größten Donauhochwasser ab. Die Zeit des 16. und 17. Jahrhunderts war häufig von Hochwassern durch Eisstöße heimgesucht. In dieser „kleinen Eiszeit“ gab es in Regensburg allein zwischen **1544** und **1618** acht Mal Hochwasser mit Eisstoß, zerstörten Brücken, Mühlen und Häusern. Beim Eishochwasser **1709** stauten sich die Eisschollen sogar bis zum Schwabelweiser Kirchturm.

Eines der vielen Hochwasserereignisse in Stadtamhof (Bild unten: 22. März 1940)



Eine Reihe der großen Hochwasser lassen sich an Hand heute noch vorhandener Hochwassermarken verfolgen. So die Überflutungen von **1651**, **1709**, **1729** und **1784** am Kloster Weltenburg, in Kelheim beim Weißbräu und in Regensburg in Stadtamhof.

Das Hochwasser von **1845**, das von Eisabgang und Eisstoß begleitet war, erzeugte von Kelheim bis Regensburg höchste Wasserstände, während das Eishochwasser von **1893** als ein vergleichsweise „lokales“ Ereignis nur in Regensburg besonders in die Chroniken einging. Beide übertrafen in Regensburg die „Jahrhundertfluten“ von **1988** und **2002** um fast einen halben Meter. **1893** ist das erste Hochwasser, das von der noch jungen Fotografie mit authentischen Bildern belegt ist (siehe Foto Seite 6).

Bild oben: Eishochwasser 1929.

Bild unten: Hochwasser am Salzstadel 2002.

# Hochwasser in Regensburg



Regensburg 1572, wehrhaft gegen den Feind von außen, aber auch gegen das Hochwasser?

## Was schon den Alten Römern nicht neu war

### Städtebauliche Entwicklung

Dass die Donau in unregelmäßigen Abständen über die Ufer trat, war nie die Ausnahme, sondern der Normalfall, mit dem zu rechnen war. Als im Jahr 179 nach Christus die III. Italische Legion auf Befehl des Kaisers Marc Aurel das Lager „Castra Regina“ - das Lager an der Regenmündung – mit den stattlichen Ausmaßen von 542 m x 453 m errichtete, baute sie es so erhöht, dass es von den damaligen großen Hochwassern nicht erreicht werden konnte. Das ist bemerkenswert, denn andere römische Bauten, wie die Römerstraße in Irl bei Regensburg, waren lange Zeit hochwasserfrei, liegen aber jetzt in Gebieten, die als gefährdet gelten.

## Historisches Regensburg und ausgehen des Mittelalter

Als die Römer in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts die Provinz Raetien aufgaben, wurde auch die Garnison in Regensburg aufgelöst. Nun begann auch innerhalb der Lagermauern die zivile Geschichte der Stadt. Ab 900 entwickelte sich der Regensburger Fernhandel; bis nach Paris, Venedig und Kiew trieben ihre Kaufleute Handel.



Immer weiter dehnte sich die Stadt in hochwassergefährdete Gebiete aus.

Regensburgs wirtschaftliche Blütezeit lag im 12. und 13. Jahrhundert. In dieser Zeit entstanden auch der gotische Dom St. Peter und die Steinernen Brücke. Die Stadt – seit 1245 Freie Reichs-

stadt – wuchs immer weiter, bis sie sich schließlich im 16. Jahrhundert auch nach Norden ausdehnte: Die von den Mauern nicht geschützten Inseln, die Wöhrde, wurden besiedelt. Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts war Hochwasserschutz für die befestigte Stadt kein Thema: Gegen die Naturgewalten war man ohnehin machtlos. Man versuchte ihnen nach Möglichkeit auszuweichen.

## Bauboom und Schlag ins Wasser

### 1900 bis zum Wirtschaftswunder

Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich die Situation grundsätzlich geändert. Die beginnende Industrialisierung hatte zur Folge, dass immer häufiger auch preisgünstige, aber hochwassergefährdete Flächen besiedelt wurden. Von einem Bau-Boom der Gründerzeit wie in anderen Städten war in Regensburg allerdings nichts zu spüren. Heute freuen wir uns darüber, denn der mittelalterliche Charakter der Altstadt hat sich so erhalten. Die beiden großen Hochwasser von 1882 und von 1893 mit Eisstoß beeinflussten die Stadtentwicklung nachhaltig. Noch 40 Jahre später dokumentiert ein Plan des Stadtbauamts, dass man für das Hochwasser Abflussmulden frei halten wollte. Dieses Risikobewusstsein geriet allerdings nach nur weiteren 20 Jahren und dem Ende des Zweiten Weltkriegs völlig in Vergessenheit: Der Main-Donau-Kanal wurde mitten durch die Flutmulde von Stadtamhof, den „Protzenweiher“ gelegt, die anderen Mulden Zug um Zug durch eine ufernahe Stadtentwicklung mit Gewerbeflächen und Wohnbebauung verbaut. Man glaubte sich sicher.

## Lieber nass als eingemauert?

### Seit 1954: Hochwasserschutz – Versuch und Irrtum

Das Hochwasser von **1954** bereitete dieser trügerischen Sicherheit ein jähes Ende. Obwohl dieses Hochwasser nur eine Stärke erreichte, wie sie im Schnitt alle sechs Jahre auftritt, richtete es in der Stadt beträchtliche Schäden an. Der Schutz vor Hochwasser war plötzlich wieder zu einem wichtigen Thema der Stadtentwicklung geworden.

Der so genannte Vollschutz sollte Sicherheit vor einem 100-jährlichen Hochwasser bieten, doch die Vorschläge für den Schutz von Stadtamhof gingen der Bevölkerung viel zu weit. Markante Slogans wie „Lieber einmal nass als 1000 Jahre eingemauert“ machten die Runde. Die Stadtamhofer Bürger leisteten hartnäckig Widerstand und setzten durch, dass die Planung, obwohl bereits baureif und finanziert, nicht umgesetzt wurde. Im Herbst 1987 wurden die Pläne nach langer Diskussion schließlich zurückgezogen. Doch schon im März **1988** wurde die Stadt wieder überflutet; diesmal erreichte der Wasser-



stand den höchsten Wert seit fast 100 Jahren. Nach einem Bericht der Mittelbayerischen Zeitung betrug allein die Schäden bei der Infrastruktur in den Landkreisen um Regensburg rund 20 Millionen DM. Für Stadtamhof wurden Schäden von 10 Millionen DM genannt – der gleiche Betrag, den der Hochwasserschutz dort gekostet hätte

## Wie man aus (Wasser-) Schaden klug wird

### Neuer Anlauf

In den sechziger Jahren erwacht die einst verschlafene Provinzstadt; sie rückt in den Kreis der sich am stärksten entwickelnden Regionen Bayerns auf. Die vierte bayerische Landesuniversität wird gegründet, BMW kommt, Siemens wird erweitert, die Autobahn nach München wird fertiggestellt.

Die Bürger sind nicht mehr grundsätzlich gegen Hochwasserschutz. 1994 markiert den Beginn einer neuen Ära. Die ersten Jahre dienen, von der Öffentlichkeit fast unbemerkt, der umfangreichen Überprüfung der über 40 Jahre alten Grundlagen des Hochwasserschutzes. 1998 einigen sich die Stadt Regensburg und der Freistaat Bayern auf einen interdisziplinären europaweit ausgeschriebenen „Technisch-städtebaulich-landschaftsplanerischen Wettbewerb“ für das ganze Stadtgebiet. Regensburg will sich Ideen, Konzepte und neue technische Möglichkeiten aus dem ganzen Kontinent holen. Eine wichtige Grundlage für den Wettbewerb, die Meinung der Bürger zu „ihrem“ Hochwasserschutz, wird im Herbst 1999 an „Runden Tischen“ diskutiert. Nach dem Wettbewerb sind sich alle einig: Es gibt gute Ideen und qualifizierte Expertenteams, die sich für die weiteren Planungen anbieten.

Durch den Einsatz von mobilen Elementen soll der Hochwasserschutz auf das einzigartige Stadtbild und die Flusslandschaft Rücksicht nehmen.



Doch zwischen Wettbewerb und Verwirklichung der Ideen liegt ein langer Weg. Den Bürgern ist nun klar: Schutz durch Rückhaltung allein ist bei der Größe des Einzugsgebiets in Regensburg nicht machbar. Weiterer vorbeugender Hochwasserschutz ist ein langfristiges Ziel, ohne technischen Vollschutz geht es nicht – doch die Umsetzung braucht Zeit. Deshalb strebt die Stadt an, so schnell wie möglich einen mit dem Freistaat Bayern abgestimmten Grundschutz zu realisieren, um zumindest gegen 20-jährliche Hochwasser geschützt zu sein. Zu diesem Zweck hat die Stadt eine „Schwachstellenanalyse“ entwickelt, mit der sie die problematischen Stellen finden und mit vorgezogenen Maßnahmen verbessern will. Ein Beispiel für diese Strategie sind bereits verwirklichte Maßnahmen in Stadtamhof.

# Kloster Weltenburg – Gotteshaus und Wasserhöhle

Die weltbekannte Benediktinerabtei liegt an den südlichen Ausläufern des Fränkischen Jura, unmittelbar oberhalb der Weltenburger Enge, wo sich die Donau vor rund einer Million Jahren einen Durchbruch durch die Kalkfelsen geschaffen hat. Die Landzunge mit einer vorgelagerten Kiesbank ist seit der Steinzeit besiedelt. Schon die Kelten und später die Römer hatten hier ein Heiligtum errichtet. Die Christen taten es ihnen gleich: Etwa um 610 n. Chr. gründeten irische Mönche hier ein Kloster, das zum Ausgangspunkt für die Missionierung Bayerns wurde. Die 1050 gegründete Klosterbrauerei gilt als älteste Brauerei der Welt – ein Titel, den allerdings auch die Brauerei von Weihenstephan bei Freising beansprucht.

Historische Hochwassermarken an der Außenmauer des Klosters.

### Hydrologische Daten der Donau bei Weltenburg (Pegel Kelheim)

Einzugsgebiet	23 019 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	145 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	332 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	1 170 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	2 200 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1845	2 200 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet der Donau bis Weltenburg.



Doch die barocke Klosteranlage mit der berühmten Asamkirche, die Abt Maurus Bächl 1716 – 1739 errichten ließ, hat einen unsicheren Stand.

Dieser geschichtsträchtige Platz war immer schon durch Hochwasser gefährdet. Zahlreiche Hochwassermarken zeugen davon. Besonders schlimm traf es das Kloster beim Hochwasser im März **1845**, als sich das Eis in der Enge staute und an Pfingsten **1999**, als die Donau bei niedrigerem Wasserstand eine nahezu gleiche Wassermenge führte. Damals stand in der Kirche das Wasser einen halben Meter hoch und im Konventsgebäude sowie dem Gastronomietrakt lief es über die Fensterbrüstungen in die Räume. Die Klosteranlage erlitt Schäden in Höhe von 1,5 Millionen Euro. Doch seit 2006 ist die kleinste Benediktinerabtei Bayerns vor einem Jahrhunderthochwasser geschützt. Mit innovativen Lösungen konnten Hochwasserschutz und Denkmalschutz optimal verbunden werden: Die Schutzbauten bleiben dem Besucher verborgen. Bei drohenden Überflutungen werden mobile Aluminiumwände und Metalltafeln passgenau in Einfahrten und Fenster eingesetzt. Unterirdisch ist das Kloster gegen das Wasser durch eine Art Beton-Palisadenzaun geschützt und wird durch einen Sammelschacht und Pumpen trocken gehalten.

Hochwasser in der Klosteranlage 1999. Noch ist der Höchststand nicht erreicht ...



Hochwasserbekämpfung durch die Kelheimer Feuerwehr 1999.

Hochwasserschutzmaßnahmen 2006:  
Mit Hochdruck wird der Boden gegen das unterirdische Wasser abgedichtet.



Damit es bei Hochwasser klappt, probt die Feuerwehr den Aufbau einer mobilen Hochwasserschutzwand.

# Kallmünz – alles in trocknen Tüchern

## Historie

Kallmünz, ein malerischer Markt, lebte seit alters her mit seinen Flüssen und profitierte davon. Im „Ruhrgebiet des Mittelalters“, wie die Oberpfalz auch genannt wird, war die Vils eine wichtige Schifffahrtsstraße, auf der mit Lastkähnen Eisen flussab nach Regensburg und Salz flussauf transportiert wurde. Die Leipziger Malerin Elsa Boyens schrieb über den Marktflecken: „Die Künstler können sich nichts Schöneres denken. Da fehlen nicht die bunten malerischen Häuschen mit den Terrassen und Treppchen, die sich im Flusse spiegeln und einen fast italienischen Eindruck machen – nicht die seltsamen Felsformationen, die steil zum Wasser abfallen, so dass der Beschauer sich manchmal beinahe nach Norwegen versetzt glaubt.“ Unter den Malern, die sich um die Wende des 20. Jahrhunderts von Kallmünz und der schönen Landschaft inspirieren ließen, waren auch Berühmtheiten wie Wassily Kandinsky und Gabriele Münter.



### Hydrologische Daten der Naab bei Kallmünz (Pegel Münchshofen)

Einzugsgebiet	4 008 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	10,3 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	37,5 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	260 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	750 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1947	635 m <sup>3</sup> /s



Hochwasser März 1988. Kallmünz musste schon immer mit dem Wasser leben.

Das Einzugsgebiet der Naab bis Kallmünz.

Malerisches Kallmünz. Auch Kandinsky und Münter waren hier.

## Hochwasser heute

Doch die Lage zwischen Naab, Vils und dem steil aufragenden Burgberg, von der die Gäste und Künstler so begeistert waren, bescherte dem Ort auch regelmäßige Überflutungen. Ein Hochwasserschutz für den gesamten Markt würde massiv in das gewachsene Ortsbild eingreifen und kommt vor allem aus städtebaulichen Gründen nicht in Frage. Stattdessen haben die Einwohner sich entschieden, selbst vorzusorgen und ihre Häuser gegen Schäden zu sichern.

Auch im Abflussbereich unterhalb des Marktes hat sich etwas getan. Eine bestehende moderne Straßenbrücke bekam zusätzliche Öffnungen, großflächige Anlandungen wurden weggebaggert und grüne Flutmulden, die nur bei Hochwasser durchflossen werden, leiten den Abfluss direkt durch die neuen Öffnungen. All dies senkt die Wasserstände erheblich – bei extremen Hochwassern sogar um mehrere Dezimeter und hilft, dass eine Reihe von Bürgern keine nassen Füße mehr bekommen.



Eis an der historischen Naabbrücke im Januar 2002. Seit das Braunkohlekraftwerk in Schwandorf vom Netz gegangen ist, nimmt die Vereisung der Naab wieder zu.

Flutmulden unterhalb der mittelalterlichen Steinernen Naab-Brücke.

# Passau – Chronologie der Schrecken

## Das „Jahrhundert-Hochwasser 1954“

Genau die Regenfront, die Deutschland bei der Fussballweltmeisterschaft am 4. Juli **1954** mit Hilfe des „Fritz Walter-Wetters“ das „Wunder von Bern“ beschert hatte, führte in Bayern zur größten Naturkatastrophe des 20. Jahrhunderts. Durch einen ergiebigen Landregen waren die Böden bereits wassergesättigt, dann fielen vom 7. bis 11. Juli noch einmal extrem hohe Niederschläge (bis zu 400 mm), die eine ausgeprägte Vb-Wetterlage mitbrachte.

In Passau erreichte der Wasserspiegel in den Morgenstunden des 10. Juli seinen Höchststand – nur noch einen Meter unter dem Rekordwasserstand des berühmten Hochwassers von **1501**: Am Inn (Pegel Marienbrücke) stand das Wasser bei 10,10 m und an der Donau (Pegel Maxbrücke, heute Pegel Schanzlbrücke) bei 12,20 m. Die Uferstraßen Passaus lagen zu diesem Zeitpunkt bereits 5 - 6 m unter Wasser; im Inn flossen dabei 6 700 m<sup>3</sup>/s ab (neunmal

### Hydrologische Daten der Donau bei Passau (Pegel Achleiten)

Einzugsgebiet	76 660 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	615 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	1 430 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	4 110 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	8 800 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1954	9 100 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet der Donau bis Passau.

Altstadt mit Dom beim Hochwasser im Juli 1954.



mehr als beim Mittelwasserabfluss von 740 m<sup>3</sup>/s); in der Donau nach dem Zusammenfluss 9 100 m<sup>3</sup>/s (Mittelwasserabfluss 1 430 m<sup>3</sup>/s). Dieses Hochwasser,



das zu Recht als „Jahrhundertereignis“ bezeichnet wird, überflutete in Bayern eine Fläche von 1 500 km<sup>2</sup>, davon 580 km<sup>2</sup> in Niederbayern, und kostete 12 Menschen das Leben – allein sieben in Niederbayern. Die Hochwasserschäden von 120 Millionen DM (das entspricht einer heutigen Kaufkraft von etwa 450 Millionen Euro) machten damals, kurz nach Kriegsende, die ersten Früchte des Wiederaufbaus teilweise wieder zunichte.

Überflutung durch Inn und Donau beim Hochwasser 2002.



## „Alle paar Jahre ein hundertjährliches Hochwasser ...?“

Die Vermutung liegt nahe, dass die Häufung großer Hochwasser im Raum Passau in den letzten Jahrzehnten (**1988, 1999, 2002**) ein Hinweis oder gar ein Beweis sei für eine grundlegende Änderung des Abflussgeschehens in unseren Flüssen. Versiegelung der Landschaft, Ausbau der Flüsse, erste Folgen des Klimawandels sind die naheliegenden Begründungen.

Ein Blick in die Hochwasserchronik der Stadt Passau zeigt aber, dass das Wetter und die Abflussbildung als hoch komplexes System mit vielen sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren noch nie



zur statistischen Mittelwertbildung geneigt haben. Nach Jahrzehnten mit nur moderat erhöhten Sommerabflüssen folgten immer wieder im Abstand von nur wenigen Jahren mehrere große, Schaden bringende Hochwasser hintereinander.

Überflutung in der Ilzstadt im September 1899.

### Historische Hochwasser in Passau bis zum 19. Jahrhundert

...dargestellt in historischen Zitaten und Auszügen aus alten Chroniken

#### Im Jahr 1020

„Am 29.5.1020 wurde die Erde so mächtig erschüttert, daß in allen Städten Deutschlands viele Häuser zusammenstürzten. Alle Flüsse traten aus ihren Ufern.“

#### Im Jahr 1060

„Dieser Winter war über das Reich der Deutschen hinweg sehr scharf, so daß durch die Fülle und Frühzeitigkeit des Schnees u. des Frostes sie des Tageslichtes beraubt wurden. Bald darauf folgte eine derartige Ausschüttung von Wasser, wie es kaum je vorher in jenem Reich berichtet wurde.“

#### Im Jahr 1173

„Darauf folgte ein strenger Winter, in welchem viele Menschen im Nordwalde von wütenden Wölfen zerrissen worden sein sollen, worauf dann im Februar eine bisher unerhörte Überschwemmung durch die Donau erfolgte, durch welche viele Menschen, Thiere und Ortschaften zu Grunde gingen.“

#### Im Jahr 1272

„Im folgenden Herbst entstand eine derartige Überschwemmung durch Regen, daß die kleinen Bäche urplötzlich in so große Flüsse anschwellen, daß viele Häuser weggerissen wurden und die in den Tälern wohnenden Leute durch Untergehen von Vieh, Fortführen von Heu und Getreide die größten Schäden erlitten.“

#### Im Jahr 1342

##### „Magdalenen-Hochwasser“

„... dass es alle Brücken von Straubing bis Passau ... fortriss ...“

#### Im Jahr 1344

„... unaussprechlicher Schaden, ...Menschen und Vieh gingen zahllos zu Grunde ...“

#### Im Jahr 1374

„Der herbst was nas und warm, die weibernächt windig, und ward eine grosse giß bis auf den obersten die wasser wurden gar groß besunder die Thunaw was unmassen groß und vil und groß schaden, die weg wurdn allenthalben so tieff und so das man wol in fünf wuchen niemand zu den andern mocht kummen, es geschah den leuten gar wee.“

#### Im Jahr 1648

„Darauf ging der Feind sowohl Franzosen als Sachsen über den Lech und kamen durch ganz Bayern bis an den Inn, welches vorhie in dem ganzen Krieg niemals gesehen war. Gottes- und des angehoffenen Wassers Gewalt aber hält ihn auf und ging wieder des Wegs, wo er hergekommen war.“

#### Im Jahr 1784

„Das Jahr 1784 brachte überaus große Kälte, wodurch die Flüsse mit so unge-

mein dickem Eis belegt wurden, daß am 7ten März das Treibeis hier nicht nur die ganze Donaubrücke, sondern auch von der Innbrücke 9 Joch weggerissen, dabei die Donau eine ungemeine Höhe erreichte.“

#### Im Jahr 1786

„Am 16. und 17. Juni 1786 schwollen infolge anhaltender Regengüsse die Fluthen des Inns zu einer außerordentlichen Höhe an, wie eine am Waisenhaus befindliche Marmortafel anzeigt. Die Häuser an der Promenade, oberen und unteren Sandgasse und am Orte wurden bis an den ersten Stock unter Wasser gesetzt.“

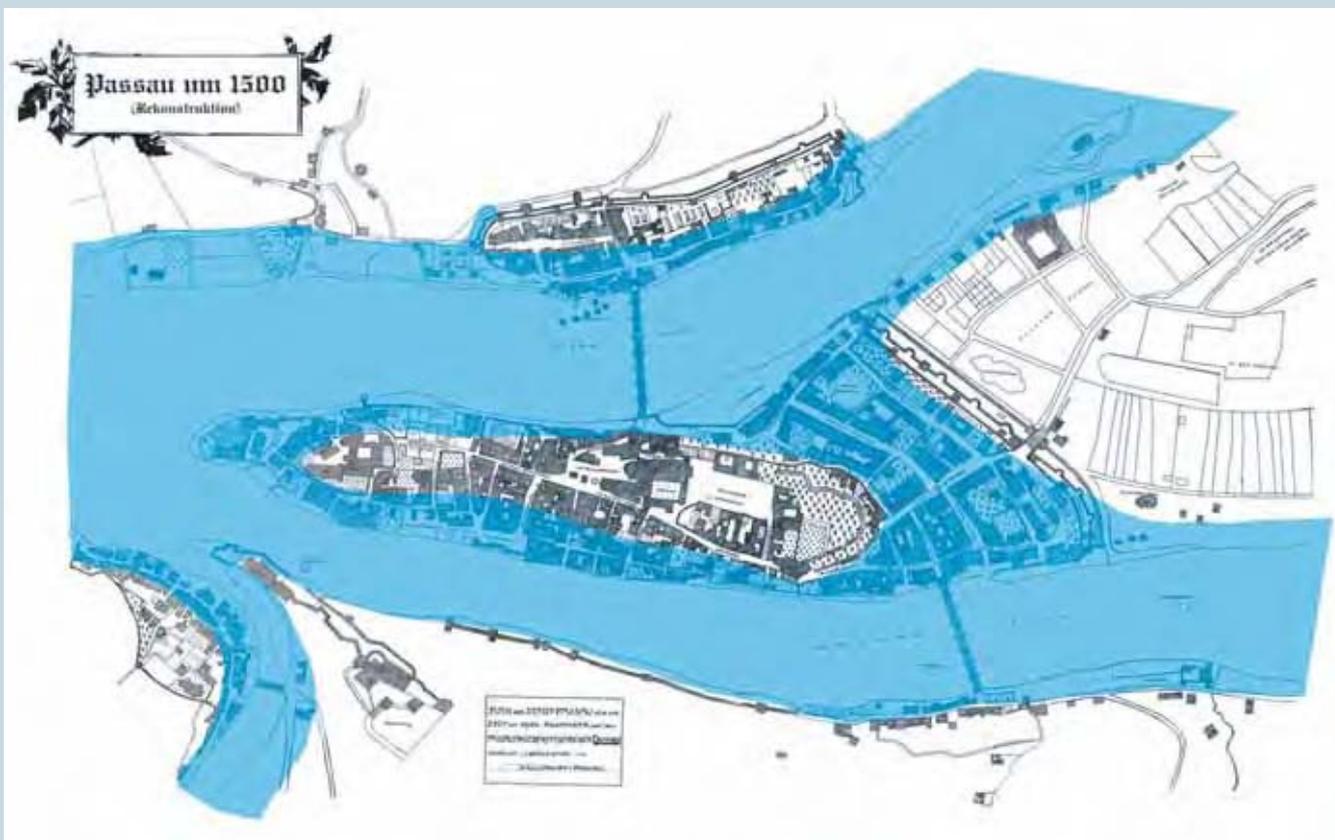
Am 26ten Tag Juny aber stieg hier (so wie in Tyrol, Innviertl und Baiern) der Innstrom mit unbeschreiblichen (Schunderschaden?), zu einer Höhe, welche 25 und ein halben Schuh die gewöhnliche Höhe dieses Flußes übertraf und denen in Jahren 1501 und 1558 hier für gewesenen Überschwemmungen fast gleich kam.

Die ganze Innbrücke wird fortgenommen, der Ilzfluß erreichte durch Anschwellung der Inn- und Donaustromen ebenfalls eine unerhörte Höhe, und stand die Donau an niederen Orten zu Passau 9 Schuh hoch. Die größte Über-

Blick auf die Altstadt, wie ihn die Ilzer Bäcker 1501 vor sich gehabt haben müssten.



Rekonstruktion überfluteter Flächen beim Passauer Jahrtausend-Hochwasser 1501.



## Die „schröcklichen Wassergüß“ des 15. August 1501

Ein Rekordhochwasser traf die Passauer anno **1501**. Am Fest Mariä Himmelfahrt (15. August) werden „schröckliche Wassergüß zu Passau“ geschildert, „desgleichen vorher und nachher niemals ein größerer gewesen“. Tatsächlich wurde damals der höchste bis heute bekannte Wasserstand erreicht; er überstieg den Höchststand des Jahrhunderthochwassers von 1954 sogar noch um einen Meter, und wird zu Recht als Jahrtausend-Hochwasser bezeichnet. Donau und Inn trafen damals schon in der Heiliggeistgasse und Brunnengasse, dem damaligen westlichen Stadtrand (in der Abbildung: rechts), aufeinander, schnitten

so den Landspitz vom Festland ab und machten Passau für zehn Tage zur Insel. Den alten Chronisten nach „war das angerichtete Unheil furchtbar, Häuser wurden untergraben und stürzten ein, Bäume und Geräte trieben auf den entfesselten Wassern. Kein Mensch wagte in die unglückliche Stadt zu kommen, nur die Bäcker von Hals hatten allein den Mut, unter augenscheinlicher Lebensgefahr mit größeren Schiffen über die unter Wasser stehenden Stadtmauern in die Stadt zu fahren und die bedrängten Einwohner mit Brot zu versorgen. Dafür erhielten sie auf ewige Zeiten die Erlaubnis, in der Stadt Brot in beliebiger Menge abgabefrei verkaufen zu dürfen“.

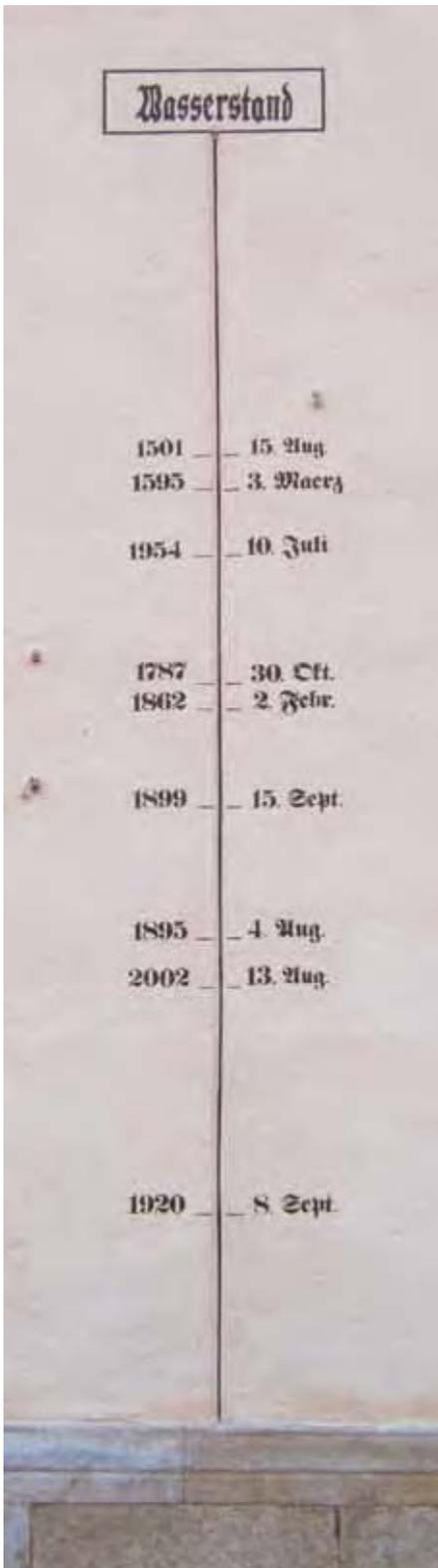
Von diesen „Wassergüß“ zeugt noch eine große Anzahl von Merktafeln aus Solnhofer Stein an verschiedenen Stellen der Stadt.

Eine Marmortafel trägt folgende Inschrift: „anno 1501 assumptionis marie (am Mariahimmelfahrtstage) ist die wasserguess gangen an mittel des chraitz.“

Und die gotische Inschrift am städtischen Krankenhause nächst der Hl. Geistkirche berichtet:

„Was das viel ein große Klag  
An unser frawen scheidung tag  
Als sie in himel wird empfangen  
Ist die güß daher gangen  
Als man zahlt 15 hundert und 1 jar  
Mügt ihr all glauben – für war.“

„Anno 1501 Jahres hat die Wassergüß um unser Frau Himmelfahrtstag bis an den derhalb eingemauerten Marmorstein am Rathhaus bis an die Mitte des Kreuzes dasselben gereicht, waren auch hoch bei der Donaubrücken, beim Heiligen Geist, im Ort und ander Orten bezeichnet worden.“



Historische Hochwassermarken am Rathaus in Passau.

schwemmung währte 3 Tage und ward in Kellern Donauhäusern auch Mitte im Neumarkt ... und bey stiller Nacht hörte man das schaudervolle brausen des Innstromes auf eine halbe Meile des Weges von hier. Worauf an der so tief gelegenen an diesen Strömen befindlichen Häusern noch nicht abgetrocknet waren, am 18ten und 19ten Augustmonats dieser erschrecklichen Wasserflut, wie ein arger und grimmig zurückkehrender Feind uns mehrmals überfiel.“

### Im Jahr 1787

„Am Waisenhouse, am oberen und unteren Sand, am Eckhause der Brunnengasse und an der Hellbrauerei bei der Donaulände sind Zeichen angebracht nach denen die außerordentliche Höhe des Wassers vom 30. Weinmonat 1787 jener von 1501 fast gleichkam, merkwürdig ist, daß sogar an der Donaulände (Hellbrauerei und Brunnengasse) die „Wassergüß“ des Innstromes besonders betont ist, sei es, daß der Inn die Donau so stark zurück... (staute).“

## Passau – die Dreiflüssestadt

Die Chroniken belegen es überdeutlich: Die Lage Passaus an seinen Flüssen war nicht selten mit Gefahr für Leib und Leben verknüpft. Doch das Leben am Wasser hatte auch unbestreitbare Vorzüge. Die Nähe zum Ufer bot in gleicher Weise strategischen Schutz wie Versorgungssicherheit; die Wasserstraßen ließen Wohlstand durch Handel und Verkehr erwarten. Hier, am Zusammenfluss von Inn, Donau und Ilz, finden sich neben keltischen vor allem römische Nachweise einer über 2000-jährigen Siedlungsgeschichte: Auf dem hochwasserfrei gelegenen Gneisrücken zwischen Inn und Donau – dem heutigen Domberg – errichteten die Kelten um 450 v. Chr. ein Oppidum. Am Fuß dieser Anhöhe bauten die Römer um 160 n. Chr. das Kastell „Castra Batava“, das der Stadt ihren Namen gab. Gegenüber, am südlichen Ufer des Inns, der damals die Grenze zwischen den römischen Provinzen Noricum (heute etwa Österreich) und Rätien (heute etwa Bayern südlich der Donau) darstellte, lag das römische Kastell „Boiotro“.

Nach Abzug der Römer wurde aus der Garnisonsstadt nach und nach eine Handelsstadt, die dem Salzhandel zwischen dem Salzburger Land und Böhmen ihren Wohlstand verdankte. Schon Alexander von Humboldt, der weitgereiste Forscher, soll Passau zu den sieben schönsten Städten der Welt gezählt haben. Ihr südländisches Flair, das ihr italienische Barockbaumeister verliehen haben, und ihre unvergleichliche Lage an drei Flüssen locken auch heute

Die drei Flüsse der Stadt Passau (von unten nach oben): Inn, Donau und Ilz.



Jahr für Jahr Tausende von Besuchern in die Dreiflüssestadt. Das bayerische Venedig wird sie genannt, der stattlichen Bauten und der vielen Gewässer wegen, die nur wenige Gehminuten auseinander liegen.

Die Altstadt mit dem Domberg, die Innstadt und die Ilzstadt – alle unmittelbar an einem oder zwei der drei Passauer Flüsse gelegen – bilden seit dem Mittelalter die Konturen des historischen wie neuzeitlichen Passau. Dieser Standort hatte zwar in wirtschaftlicher und landschaftlicher Hinsicht unbestreitbare Vorzüge, barg allerdings auch ein hohes Risiko in sich: Die Stadtchronik berichtet seit Beginn der schriftlichen Aufzeichnungen um 1020 bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts allein 34mal von „großer Wassernot“.

Passauer, die es sich leisten konnten, wohnten in hochwassersicheren Lagen. Wem das nicht möglich war oder wer berufsbedingt ans Wasser gebunden war, der musste sich den Unbilden immer wiederkehrender Hochwasserflü-

ten aussetzen. Noch im letzten Jahrhundert gab es in Altstadtnähe an der Donau Hafenanlagen mit Lagerhallen und Gleisanlagen, die regelmäßig überschwemmt wurden.

## Drei Flüsse – ein Hochwasser?

Mit den drei Flüssen Donau, Inn und Ilz, die sich in Passau vereinigen, treffen drei hydrografisch höchst unterschiedliche Welten aufeinander: Die Donau kommt als vergleichsweise behäbiger Strom daher; ihr Gefälle (Straubing – Passau) beträgt gut 0,2%. Knapp 50 000 km<sup>2</sup> groß ist ihr Einzugsgebiet, das sie bis dahin entwässert hat. Im langjährigen Mittel führt sie rund 850 Kubikmeter m<sup>3</sup>/s zu Tal, das mittlere Hochwasser beträgt 1 780 m<sup>3</sup>/s, das 100-jährliche Hochwasser 3 970 m<sup>3</sup>/s.

Der Inn dagegen ist trotz der fast vollständigen Stauregelung in seinem Abflussverhalten ein Gebirgsfluss geblie-

ben, was sich in der übers Jahr stark schwankenden Wasserführung zeigt. Zwar ist sein Einzugsgebiet mit knapp 27 000 km<sup>2</sup> nur wenig mehr als halb so groß wie das Einzugsgebiet der Donau, dennoch transportiert er bei Hochwasser weit mehr Wasser als die Donau: der Mittelabfluss des Inns in Passau beträgt 740 m<sup>3</sup>/s, das durchschnittliche Hochwasser knapp 3 000 m<sup>3</sup>/s und das 100-jährliche sogar 6 700 m<sup>3</sup>/s. Auch das Gefälle des unteren Inns ist mit knapp 0,8% fast viermal so steil wie das der Donau, was bei Hochwasser zu Fließgeschwindigkeiten bis zu 3,8 m/s (~14 km/h) führt. Die Ilz, die „schwarze Perle“ des Bayerischen Waldes, ist ein Mittelgebirgsfluss mit 850 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet und einem Gefälle von knapp 2% im Unterlauf. Ihr Abflussanteil ist im Vergleich zu Inn und Donau marginal und für die Hochwassersituation Passaus nicht maßgebend.

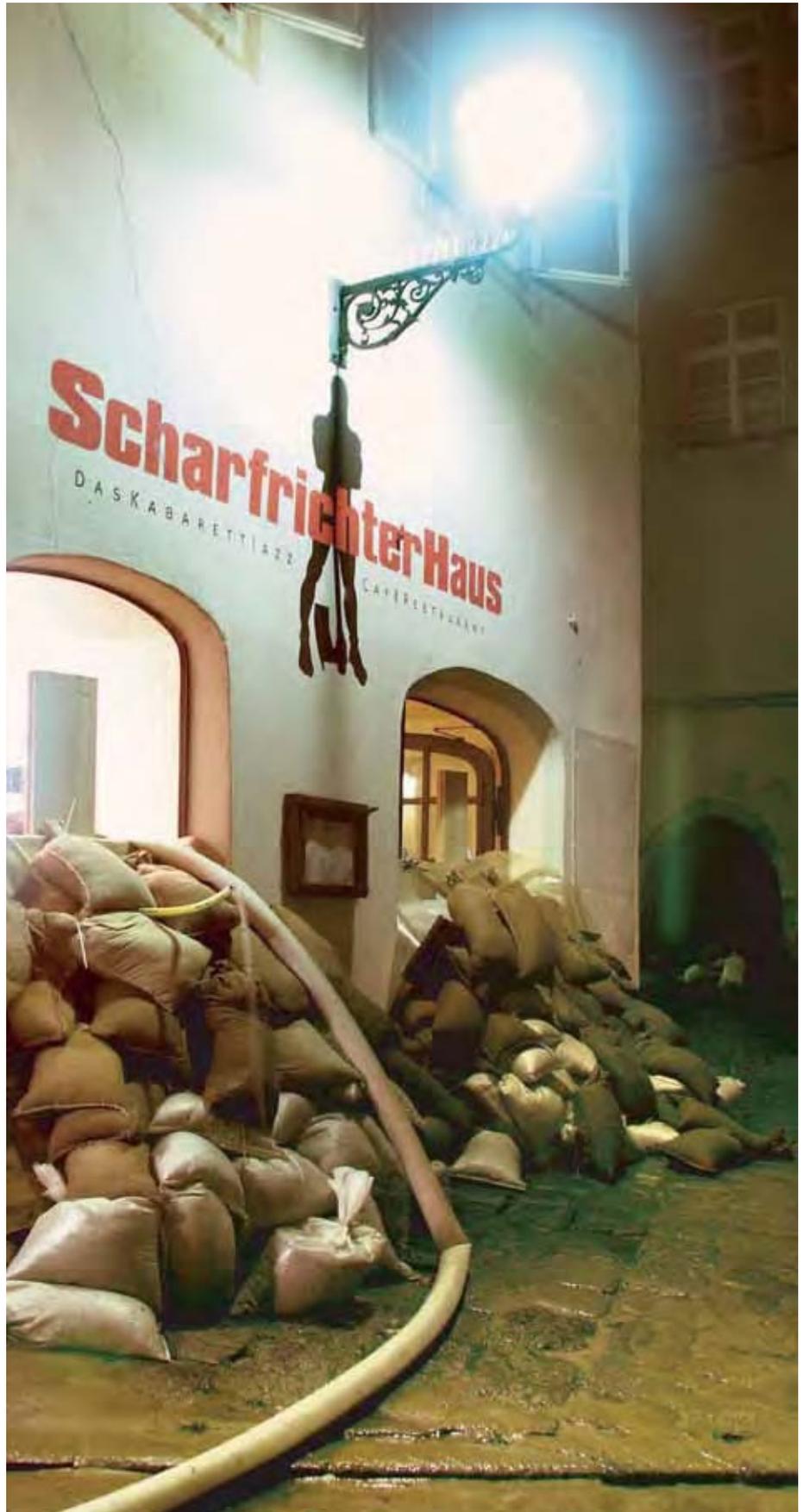
Die Untersuchung abgelaufener Hochwasserereignisse zeigt, dass die Hochwasserscheitel von Inn und Donau in der Regel nacheinander eintreffen: erst der Inn, dann die Donau. Dies liegt nicht nur am „schnelleren“ Inn, sondern auch an der üblichen Route der hochwasserträchtigen Regenfront, der sogenannten „Vb-Wetterlage“, die das Inn-Einzugsgebiet meist früher beschickt. Aber das muss nicht immer so sein: Es sind auch Wetterverläufe möglich – wenn auch weniger wahrscheinlich – bei denen die Donauspitze zuerst in Passau ankommt. Wenn der unwahrscheinliche, aber nicht unmögliche Fall eintritt, dass beide (entsprechend großen) Hochwasserscheitel zeitlich aufeinandertreffen, erreichen die Wasserstände Rekordwerte. Das könnte 1501 der Fall gewesen sein.

Schutz des Scharfrichterhauses in der Passauer Innenstadt nach Ablauf des Hochwassers 2002.

### Leben mit dem Hochwasser heute

Dass die Passauer mit dem Hochwasser „zu leben gelernt haben“, mag richtig sein; gleichwohl verursachen auch die alljährlich auftretenden „kleinen“ Hochwasser bis zum heutigen Tage der Stadtverwaltung und den Anwohnern erhebliche Unannehmlichkeiten wie Straßensperrungen, Räumungen der Untergeschosse und feuchte Grundmauern. Nur in der Ilzstadt konnte man die Bürger durch hohe Betonmauern vor einem 100-jährlichen Hochwasser schützen.

Ansonsten kommen übliche Hochwasserschutzmaßnahmen, wie das Errichten von Deichen und Mauern in der Stadt Passau, wegen der beengten örtlichen Verhältnisse, insbesondere aber wegen des sensiblen Stadtbildes nicht in Frage. Deshalb wurde ein alternativer Weg beschritten, das „Ausweichen nach oben“, in der Wasserwirtschaft als passiver Hochwasserschutz bezeichnet. Als Grundsatz gilt dabei, die hochwassergefährdeten Geschosse nur für untergeordnete Zwecke zum Beispiel als Garage oder Lagerraum und nur die höher angeordneten Räume uneingeschränkt als Wohnräume und Büros zu nutzen. Die Strategie des passiven Schutzes setzt ein zuverlässiges Frühwarnsystem voraus, um bei anlaufender Hochwasserwelle die bedrohten Räume noch rechtzeitig räumen zu können. Der Hochwassernachrichtendienst der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung kann das gewährleisten.



# Die Salzach – eine „rechte“ Schwester des Inns – und die Stadt Burghausen

Wie der Inn ist auch die Salzach ein Gebirgsfluss – mit 6 700 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet und mit einem mittleren Abfluss von 250 m<sup>3</sup>/s der größte Nebenfluss des Inns, in den sie nach Burghausen mündet. Über Jahrhunderte hinweg war sie für die Stadt Burghausen immer wieder eine Gefahr für Hab und Gut, bisweilen sogar für Leib und Leben. Das größte Hochwasser in historischer Zeit dürfte am 17. August **1598** abgelaufen sein. Die Abflussmenge betrug damals rund 4 600 m<sup>3</sup>/s. Zum Vergleich: das mittlere Hochwasser beträgt 1 390 m<sup>3</sup>/s, das 100-jährliche 3 300 m<sup>3</sup>/s und das 1000-jährliche Hochwasser 4 400 m<sup>3</sup>/s. Der Wasserspiegel der Salzach stieg damals auf weit über 12 m. Alle tiefer liegenden Straßen der Altstadt, in den Gruben, der Spitalvorstadt und auch der Stadtplatz der heutigen Altstadt waren überflutet, die Salzachbrücke nach Österreich unpassierbar.

1862 hat Johann Georg Bonifaz Huber an Hand historischer Quellen seine „Geschichte der Stadt Burghausen“ geschrieben; darin heißt es zu obigem Ereignis (Nachdruck 1993): „Da kam

## Hydrologische Daten der Salzach bei Burghausen

Einzugsgebiet	6 700 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	80,3 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	250 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	1 390 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	3 300 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1899	3 350 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet der Salzach bis Burghausen.

Schlammablagerung nach Hochwasser in der Altstadt von Burghausen 1899.



nochmals in diesem Jahre ein Schrecken über die Stadt, ... In der Woche vor Bartlmä (24.8.) wurde sie von der größten aller Ueberschwemmungen heimgesucht, wie auch das Wahrzeichen am Bäckerhause der Mauth gegenüber anzeigt. Die an der Salzach am tiefsten stehenden Häuser der Schiffgassen standen bis an's Dach im Wasser; viele Menschen und Thiere gingen zu Grunde. Im städtischen Tanzhause (am Bichl) wurde das in den untern Räumen liegende fürstliche Salz gänzlich ertränkt; der Schaden, den das Hochwasser an Salz allein anrichtete, betrug mit Hinzuschlagung der Rettungskos-

ten in Burghausen 192 Gulden, 3 Kreuzer und 1/2 Pfennig. Sogar das Rathaus mußte gepölzt werden. Daß die Brücke mit sammt den darauf stehenden Fleischbänken weggeführt wurde, versteht sich so zu sagen von selbst. In der Bartlmä-Woche wurde am Färberhaus jenseits der Salzach der Haspel zur Ueberfahrt errichtet; in der Woche nach Thomas konnte das Quell-Wasser wieder über die Brücke in die Stadt geleitet werden. Am 21. August verschrieb die Regierung Bauern aus den nächstgelegenen Landgerichten, welche zur Hinwegschaftung des vom Hochwasser zurückgelassenen Schlammes beihelfen mußten; noch in der Galli-Woche wurde Schlamm aus der Stadt geführt. Die Reinigung der Stadt erforderte also volle zwei Monate.“



Heute wird die Burghausener Altstadt von einer Mauer geschützt, die 1971 fertig gestellt wurde. Zwar kam es seitdem zu keinen größeren Hochwasserschäden mehr, aber 1598 wäre auch diese Mauer überspült worden, denn aus Rücksicht auf das Stadtbild konnte sie nur 9,28 m hoch gebaut werden.

# Donauwörth – das „kleine Venedig“

In und um Donauwörth lebt man schon seit jeher mit den Flüssen. Und mit einigem Stolz trägt Donauwörth, das alte Städtchen am Rande der Schwäbischen Alb, den Namen „das kleine Venedig“. Die Flüsse Donau und Wörnitz, aber auch Schmutter, Zusam und der Kaibach setzten sozusagen feuchte Leitlinien für die städtebauliche Entwicklung Donauwörths bis in das 20. Jahrhundert.

Zahlreiche Hochwasser, wie etwa das Eishochwasser von **1963** oder auch das Hochwasser vom Februar **1970** sind noch gegenwärtige Erinnerungen in der Stadt. Doch auch in früherer Zeit bedrohten Hochwasser die Ansiedlung. Besonders prekär waren die Hochwasser für den Stadtteil Ried, einer kleinen Insel zwischen der Wörnitz und der „Kleinen Wörnitz“. Nicht immer konnte die Stadtmauer die Wassermassen abhalten.

### Hydrologische Daten der Donau bei Donauwörth

Einzugsgebiet	10 092 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	76,1 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	191 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	756 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	1 450 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1994	1 340 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet der Donau bis Donauwörth.

Überschwemmte Gebiete um Donauwörth beim Hochwasser 1882.



In den Chroniken der Stadt wird immer wieder eindringlich von Hochwassern berichtet, die zweifellos häufiger waren als in jüngster Vergangenheit. So soll zum Beispiel im Jahr **1501** ein vom Hochwasser begleiteter Eisstau die

Donaubrücke weggerissen haben. Leider kein einmaliger Schlag ins Wasser!

**1658** wurde die bereits durch Kriegswirren (Dreißigjähriger Krieg 1618-1648) baufällig gewordene Donaubrücke durch die „im Monath Februarij ausgegangene große Eisguß dermaßen zerscheitert und übel zuegerichtet ... , dass solche zur Verhütung großen Unhails und Schadens notwendig abgetragen und gantz von neuem vom Wasser herauß gebaut werden“ musste. Und diese Brücke brach nach einem erneuten Eisstoß im Jahre **1740** zusammen und wurde: „mit allen Gewaltt unter erschöcklichen Knallen und Krachen uf einmahl und fastt in einem Vatterunser Lang völlig weckgerissen“.





Rekonstruktion der überschwemmten Flächen beim großen Hochwasser des Jahres 1893.

„Seenlandschaft“ südwestlich von Donauwörth mit Eisenbahnbrücke der Bahnlinie Augsburg-Donauwörth beim Hochwasser des Jahres 1926.



Zwischen **1831** und **1850** gibt es kaum ein Jahr ohne Hochwassermeldung. Besonders schlimm und verheerend muss das Hochwasser vom 28. März **1845** gewesen sein. Tauwetter und starke Regenfälle drückten zusammen mit der Eis- und Schneeschmelze so große Wassermassen in die Flüsse und Niederungen, dass in kurzer Zeit die Gewässer anschwellen und die Insel Ried überschwemmten.



Eisbruch bei Dillingen 1929.

## Hochwasser in Donauwörth

Blick von der Donaubrücke beim letzten Eishochwasser 1963.



Doch nicht nur die gefürchteten und gewaltigen Winterhochwasser mit ihren Eistrieben richteten erheblichen Schaden an. Auch kurze Gewitter und Starkregen füllten vor allem in den Sommermonaten die kleineren Gewässer. So auch im Juni **1853**. Ein starkes Gewitter mit Regen und Hagel zerstörte die Ernte. Weitere Folge war einmal mehr ein Hochwasser: 11 Schuh hoch. Erneut kam die Bürgerschaft in der

Stadtpfarrkirche zusammen und betete „Der Himmel wolle das Flehen der zahlreich versammelten Einwohner gnädigst erhören und baldigst erquickenden Sonnenschein für Menschen, Pflanzen und Tiere wiederkehren lassen“.

Doch auch im 20. Jahrhundert, als sich die Stadt immer weiter in die Überschwemmungsgebiete der Donau und der Wörnitz ausdehnte, richteten die

Hochwasser in Donauwörth 1965.

Hochwasser immer wieder erheblichen Schaden an Mensch und Tier an. Das wohl verheerendste Hochwasser war das vom Juni **1926**. „Haupt-Akteure“ waren damals die südlichen Donauzuflüsse Zusam und Schmutter. Die gesamte Getreideernte wurde durch die Wassermassen zerstört, da die Deiche oberhalb der Stadt den Wassermassen



Hochwasser in Donauwörth 2005.



bestand der aus Deichen und Mauern bestehende Hochwasserschutz der Stadt Donauwörth noch kurz vor seiner eigentlichen Fertigstellung: Das Hochwasser vom April **1994**, das bis dato größte Hochwasser in Donauwörth, konnte den Bewohnern der Insel Ried nichts mehr anhaben. Die Insel blieb trocken.

Seitdem konnten alle folgenden Hochwasser – auch das Hochwasser von Pfingsten **1999** – nahezu schadlos abgeführt werden.

nachgaben. Donau- und Wörnitztal glichen einem einzigen See. Dieses Bild sollte sich noch mehrmals wiederholen.

Besonders dramatisch spitzte sich die Situation im Februar **1970** zu. Dauerregen führte am 21. Februar 1970 zum dritten Mal im selben Monat zu Hochwasser. Die Donau, die Wörnitz und auch der Kaibach stiegen bedrohlich an. Das nicht mehr in die Donau abfließende Hochwasser der Wörnitz überschwemmte das gesamte Tal zwischen Donauwörth und Harburg. Der Stadtteil Ried stand über einen Meter unter Wasser. Der Ortsteil Riedlingen und die Neudegger Siedlung waren vollkommen von der Außenwelt abgeschnitten. Auch die Produktion bei der Firma WMD – heute Eurocopter – musste eingestellt werden. Dieses seit Jahrzehnten größte Hochwasser in Donauwörth richtete einen Schaden von fast 5 Millionen DM an. Allein im Februar flossen 180 Millio-

nen Kubikmeter Wasser die Wörnitz hinter, eine Wassermenge, die sonst in einem halben Jahr zum Abfluss kommt. Dieses Hochwasser, das als Jahrhunderthochwasser in die Geschichte Donauwörths einging, veranlasste die Bürger, Planungen für einen effektiven Hochwasserschutz zu beginnen. Doch zwischen Plan und Verwirklichung musste noch viel Wasser fließen: Weitere Hochfluten mussten erduldet werden. Seine erste wirkliche Bewährungsprobe



Der Hochwasserschutz in Donauwörth bewahrt bebauten Gebiete auch vor Sickerwasser aus dem Flussbett. Niederschlags- und Grundwasser kann bei Hochwasser aus den geschützten Gebieten abgeleitet werden.

# Die Isar – schön und schrecklich

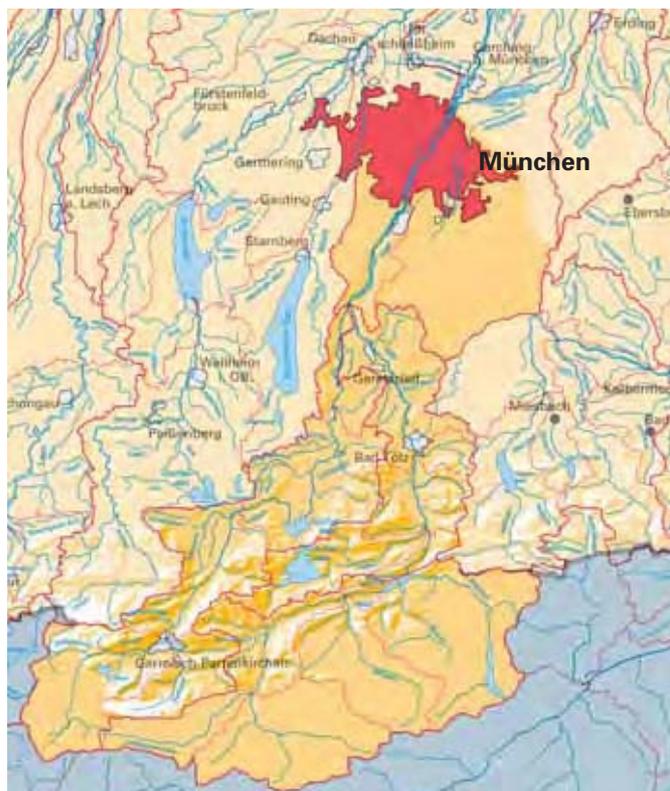
„Die Gründung der Isar“ – Hochwasservorhersage nach Karl Valentin:  
„Punkt vier Uhr sollte der grüne Fluss eintreffen, aber es wurde später und später, und kein Tropfen Isar war zu sehen. Es wurden sofort Extrablätter verteilt mit der Inschrift: „Isar noch nicht eingetroffen, eine Stunde Verspätung!“

Große Bestürzung unter der Bevölkerung, aber das Volksgemurmel wurde durch ein eigenartiges, unleises Rauschen unterbrochen – ein kurzes Horchen der Menge, und aus tausend Kehlen schallt es durch die Auen: Die Isar kommt, die Isar kommt, die Isar ist schon da.“

Ansprache des Bürgermeisters (Auszug):  
„Willkommen, edler Gebirgsfluss, willkommen in deiner Heimat, in der Haupt- und Residenzstadt München. Endlich haben deine Wogen unsere Stadt berührt, und wir alle freuen uns, des großen Nutzens und Schadens wegen, den wir durch dich bekommen. Du wirst in Zukunft unsere Mühlen treiben, du gibst uns einen großartigen Aufenthaltsort für unsere armen Fische, wir können in dir baden. Geheimrat Pettenkofer wird dir etwas Gruseliges (nämlich die Fortschwemmung der Fäkalien) anvertrauen.“

### Hydrologische Daten der Isar bei München

Einzugsgebiet	2 814 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	16,5 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	64 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	393 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	1 050 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1999	830 m <sup>3</sup> /s



Einsturz der Ludwigsbrücke beim Hochwasser 1813.

Das Einzugsgebiet der Isar bis München.



Hochwasser beim Maximilianeum 1899. Der Einsturz der Prinzregentenbrücke (Bild darunter) beim gleichen Hochwasser wurde sogar auf einer Postkarte veröffentlicht.

Aber Gott lässt seiner nicht spotten, nach dem letzten „Hoch“ stieg der Pegel auf ein – zwei – drei – vier – fünf und gar sechs Meter, die gutmütige Isar schäumte gelb vor Wut, die haus-hohen Wellen waren mindestens ein bis zwei Meter hoch, die am Ufer stehenden Menschen flohen in die Stadt – ins Hofbräuhaus, welches bald überfüllt war, der Rest zog traurig von dannen – in die Kirche.“ (*Auszüge aus Karl Valentin, Monologe und Dialoge, Piper-Verlag.*)

Überliefert sind große Hochwasser mit starken Verwüstungen aus den Jahren **1400, 1401, 1404, 1418, 1462, 1463, 1477, 1485** und **1491, 1589, 1624, 1633. 1729** standen das ganze Lehel und die Au unter Wasser. **1739** wiederum, aber viel höher – bis Thalkirchen bildete die Isar einen See. Weitere Hochwasser gab es **1778, 1783, 1786** drei, **1795** und **1802. 1807** riss das Hochwasser ein Achtel Grund der Au fort. **1813** ertranken hundert Schaulustige, als das Hochwasser die Ludwigsbrücke zum Einstürzen brachte. Weitere Hochwasser waren **1865, 1873** – Einsturz der Max-Joseph-Brücke – und **1875. 1899** riss ein Jahrhunderthochwasser die Prinzregentenbrücke und die Max-Joseph-Brücke ein – nur sechs Jahre nach ihrer Fertigstellung.

Im 20. Jahrhundert suchten München große Hochwasser **1924, 1930, 1940, 1954** und **1999** (Pfingsthochwasser) heim. Das Auguthochwasser **2005** ist mit den großen Hochwassern der vergangenen Jahrhunderte vergleichbar.

Wie sich die Bilder gleichen: Hochwasser am Deutschen Museum 1940 und 2005.



# Hochwasser in München

München um 1832, historischer Blick von Bogenhausen auf die Isar und die Stadt, bevor ein festes Bett mit geometrischem Querschnitt gebaut wurde.



## „Ohne die Isar gäbe es München nicht“

Flüsse brauchen keine Menschen, Menschen aber seit jeher die Flüsse. Die Münchner und die Isar – das ist eine uralte, ziemlich einseitige Beziehung.

Das München Heinrichs des Löwen 1158 lag wegen der sumpfigen, immer wieder überfluteten Niederungen 1 km von der Isar entfernt auf dem westlichen Isarhochufer. Mit anwachsender Bevölkerung entstand nach Osten, Richtung Isar, die „Talstadt“. Bei der folgenden 2. Stadtbefestigung ab 1285 unter Ludwig dem Strengen wurde die Stadtmauer nach Südosten gar nicht erst geschlossen, da dort lediglich Überschwemmungsgebiet war.

Die Bevölkerung rückte näher an die Isar und begab sich in Gefahr. In der landwirtschaftlich nicht nutzbaren Au entstanden im Laufe der Zeit so genannte Herbergen für die ärmsten Bevölkerungsschichten, denen es gesetzlich verboten war, landwirtschaftlich nutzbares Land zu beanspruchen. Da die Isar selbst zu wild war, wurden schon im 14. Jahrhundert in München Stadtbäche gebaut:

mit so genannten Senkbäumen, einfachen Holzwehren, wurde Wasser von der Isar aus- und in ein Netz vielfach verzweigter Stadtbäche im Stadtgebiet eingeleitet. Die Stadtbäche waren Lebensadern und Verkehrswege der Stadt, wurden für Gewerbe, Wäsche, Abfall- und Abwasserentsorgung benutzt. Außerdem trieben die Stadtbäche Mühlen, Trieb- und Hammerwerke an. (Auszüge aus der Facharbeit im Fach Erdkunde „Hochwasserschutz an der Isar in und für München ...“ von Roland Beyerle, München 2003.)

## Die Menschen verändern die Isar

Bis zu ihrer Regulierung Mitte des 19. Jahrhunderts floss die Isar auch im Münchner Stadtgebiet in einem breiten sich ständig verlagernden Flussbett mit ausgedehnten Kiesbänken und verzweigten Flussarmen, also in einer typischen voralpinen Wildflusslandschaft. Schneeschmelze und starke Sommerregen ließen den Gebirgsfluss, der schon von den Kelten als „die Reißende“ bezeichnet wurde, gewaltig anschwellen. Die rasch ansteigenden und heftigen



Die baulichen Entwicklung der Stadt München 1833-1858 (Ausschnitt)...



... und 1908-1933.  
Quelle: Baugeschichtlicher Atlas der LH München, Max Megele 1951

Hochwasser, die große Mengen an Geröll und Kies aus den Alpen mit sich brachten, gestalteten die Flusslandschaft regelmäßig um. Tiefer liegende Stadtteile Münchens, wie das Tal, das Lehel und die Au wurden immer wieder vom Hochwasser überflutet.

Ab dem ausgehenden 19. Jahrhundert griff der Mensch in das natürliche Kräftespiel ein und bestimmte maßgeblich das Bild der Isar, wie es sich heute bietet. Das beginnende Industriezeitalter und die wachsende Bevölkerung brachten vielseitige Nutzungsinteressen an den Fluss mit sich. Um die Isar als Transportweg und ihre Überschwemmungsgebiete als Siedlungsraum nutzen sowie Energie durch Wasserkraft gewinnen zu können, wurden vielseitige Ausbau- und Korrekturmaßnahmen vorgenommen. Diese Eingriffe haben aber auch das natürliche Flusssystem stark verändert. Der ursprüngliche Charakter der reißenden Isar mit hoher Geschiebedynamik und enger Verknüpfung zwischen Fluss und Aue ist weitgehend verschwunden.

Der systematische Ausbau des Flussbettes Mitte des 19. Jahrhunderts und die Ausnutzung der Wasserkraft in den Kraftwerken des Werkkanals, der Anfang des 20. Jahrhunderts angelegt wurde, gaben der Entwicklung Münchens einen kräftigen Schub. Die Isar erhielt ein festes Bett von circa 150 m Breite mit geometrischem Querschnitt, bestehend aus Mittelwassergerinne, Hochwasserwiesen und Hochwasserdeichen. Gott sei Dank haben unsere Vorfahren der Isar bis zum Deutschen Museum mehr Platz gelassen als in anderen Großstädten üblich. Ab dem Deutschen Museum, Richtung Norden, wurden hohe senkrechte Ufermauern und mehrere Wehre gebaut.

Hochwasser führender Sylvensteinspeicher im August 2005.



## Sylvenstein und „Isarplan“ – Hochwasserschutz für München

Mit der Inbetriebnahme des Sylvensteinspeichers 1959 und mit der Dammerhöhung 1999 verbesserte sich der Hochwasserschutz erheblich. Ohne den Rückhalt von rund 52 Millionen Kubikmeter im Sylvensteinspeicher und den Verbesserungen der Hochwasserschutzanlagen (Deichverstärkung und -erhöhung sowie Mittelwasserbettauweitung) beim Projekt „Isarplan“ hätte die Isar beim Pfingsthochwasser **1999** und insbesondere beim Augusthochwasser **2005**, ähnlich wie beim Hochwasser **1940**, die tief liegenden Bereiche Münchens überschwemmt.



Der im Rahmen des „Isarplanes“ erhöhte und verstärkte Deich südlich des Marienklausestegs. Vor und während des Augusthochwassers 2005.

# In Minuten vom Rinnsal zur Sintflut

## Besonderheiten an Wildbächen

Ein Wildbach ist ein steiles Fließgewässer, das manchmal stark anschwillt und dann große Mengen an Gesteinsschutt, Geschiebe, Erdreich, Holz oder ganze Baumstämme mit sich führt. Hauptkennzeichen von Wildbächen im Alpenraum sind das starke Gefälle und durch Schneeschmelze oder heftige Gewitter in Minuten sich extrem ändernde Abflusswerte. Die starken Erosionskräfte, die dabei auftreten, können das Bachbett in kürzester Zeit aufweiten, verschütten oder in andere Abflussbereiche verlagern. An trockenen Sommertagen plätschern Wildbäche harmlos und beschaulich zu Tal.

Ein natürlicher Wildbach fasziniert durch seine Dynamik und Vielfalt.



Erosionserscheinungen am Oberjoch im Oberallgäu.

## Erosion und Geschiebe

Extreme Abflüsse in Wildbächen entstehen bei Schneeschmelze und durch heftige Gewitter. Wo aber haben die Bäche das Geschiebe her?

Seit der Entstehung der Alpen wurden die unterschiedlichsten Gesteinsschichten aufgefaltet und übereinander geschoben. Die gewaltigen Kräfte zerlegten das Gestein, es entstanden Spalten durch den Bruch des Gesteins und Störungen.

Solche stark beanspruchten Zonen werden als geologisch labile Zonen bezeichnet. Hier ist die Gefahr von Abtragung am größten. Denn je brüchiger und lockerer der Untergrund, desto anfälliger ist er für Erosion und Abtragung.

Neben diesen geologischen labilen Zonen gibt es in den Alpen ausgedehnte Bereiche mit Lockergesteinen – Gestein also, das schon einmal abgetragen und dann wieder abgelagert wurde. Aus geologisch jüngerer Zeit stammen Hang- und Verwitterungsschutt sowie die Schwemmfächer der Bäche an Talausgängen; aus einer geologisch etwas früheren Zeit die Schuttmassen der eiszeitlichen Gletscher. Sie bestehen aus einem unsortierten Gemisch der vom Gletschergewicht zerkleinerten Felsen.

Häufig haben Gletscher, die sich durch das Haupttal schoben, kleinere Seitentäler abgeriegelt. Es entstanden dort

Hochwasserabflüsse der Wildbäche entwickeln gewaltige Kräfte (Partnach, August 2005).



## Hochwasser der Wildbäche

natürliche Rückhaltebecken, in denen sich das Wasser staut und mitgeführte Feststoffe ablagert. Man spricht hier von Stausedimenten, die zum Teil heute noch vorhanden sind. Diese Lockergesteine können relativ leicht wieder in Bewegung geraten. Besonders gefährlich sind sie im Bereich von Wildbächen, denn das Hochwasser kann das lockere Material mitreißen und bachabwärts wieder ablagern. Wie stabil ein Hang ist und wie groß folglich seine „Abtragsbereitschaft“, hängt stark davon ab, was er – erdgeschichtlich gesehen – „erlebt“ hat.

Was wir heute in den Alpen sehen, ist nur ein Zwischenstand dieser geologischen Entwicklung. Die Alpen heben sich auch heute noch um einige Millimeter pro Jahr, gleichzeitig werden sie durch Bewegungen von Wasser und Lösungsvorgängen im Wasser wieder abgetragen. Die Gestalt der Hänge ändert sich also – natürlichen Prozessen folgend – ständig. Motor dieser Massenbewegungen ist das Wasser gemeinsam mit der Schwerkraft.

Die natürlichen Veränderungen im Gebirge bekommen erst dann etwas Bedrohliches, wenn sich Siedler in ihrem Lebensraum zu nahe an die Gefahrenstellen heranwagen. Aus dem geologischen Alltag, der sich immer schon heftig und sprunghaft entwickeln konnte, wird dann Notstand und Drama.

Abtragung und Wildbachereignisse hängen oft eng zusammen. Gelangt Material aus Hang-Rutschungen in Wildbäche, kann das Muren (Schlamm-lawinen) auslösen. Unterspült ein Wildbachhochwasser den Hangfuß, kann das die Abtragung am gesamten Hang wieder in Gang bringen.

Mure am Fuß des Brechries nach dem Pfingsthochwasser des Jenbach 1999.

### Muren

Wildbäche können unter besonderen Bedingungen Muren gebären. Als Mure bezeichnet man ein Gemisch aus Wasser, Erde, feinen und groben Gesteinsteilchen, Schutt, Geröll und Holz. Damit Muren entstehen, muss erodierbares Material in „Griffweite“ des Baches liegen, Material das bei Hochwasser und ausreichend großem Gefälle losgelöst und in Bewegung gesetzt wird. Auslöser einer Mure können Starkniederschläge, intensive Schneeschmelze, starke Durchfeuchtung oder der Durchbruch gestauter Wassermassen sein. Muren können mit wenigen Metern pro Tag zu Tal kriechen, aber auch bis zu 50 km/h erreichen. Noch schneller werden sie, wenn Wildbäche selbst errichtete Barrieren (so genannte „Verklausungen“) durchbrechen. Die dann auftretenden Kräfte richten mitunter große Schäden in besiedelten Gebieten und deren Infrastruktur an.

Fangzäune im Oberlauf schützen die Bewohner am Unterlauf vor Wildholz.

### Wildholz

Holz in den Bachläufen legt sich an natürlichen oder künstlichen Engstellen und Hindernissen quer, wie zum Beispiel an Brücken oder Rohrleitungen. Das Wasser staut sich dort und sucht einen neuen Abfluss – immer wieder auch in bebaute Gebiete.





## Oberflächenabfluss

Zwei Faktoren sind es, die wesentlich bestimmen, wieviel Wasser an der Oberfläche abfließt: Vegetation und die Beschaffenheit des Bodens. Zerstörung der Vegetation und Veränderung der Bodenstruktur führen zu höheren Abflüssen und verstärkter Erosion. Meist sind es heftige Gewitter im Sommer mit starken Niederschlägen, die ein Hochwasser in Wildbächen auslösen. Gewitterregen sind kurz, aber extrem heftig. So wurden schon bis zu knapp 90 l/m<sup>2</sup> in nur 30 Minuten

gemessen. Das kann der Boden nicht mehr aufnehmen. Entsprechend extrem steigen die Wildbäche an. Wegen des steilen Gefälles erreicht das Wasser sehr hohe Geschwindigkeiten: 20 km/h und mehr sind keine Seltenheit. Dadurch werden die Kräfte, die auf die Bachsohle und die Ufer wirken, sehr hoch.

Selbst aus kleinsten Einzugsgebieten können bei Starkregenereignissen extreme Wassermengen abfließen (Hochwasser der Partnach 23. August 2005).



## Landnutzungen im Einzugsgebiet

Schon in der Steinzeit wurde das Bergland besiedelt – als erstes die Täler und die Terrassen am Rande der Alpen. Als man dort Kupfer, Zinn und Eisen fand, stieg die Bevölkerungsdichte und Nutzung stark an. Zwischen dem 11. und dem 14. Jahrhundert rodeten die Menschen große Flächen des Bergwaldes, um Siedlungsraum zu schaffen. Nach verheerenden Bränden im 14. und 15. Jahrhundert trat das Steinhaus seinen Siegeszug an. Nun brauchte man Holz zum Brennen von Ziegelsteinen und Kalk.

Bis zum ausgehenden Mittelalter verschwanden in den Alpen viele bewaldete Flächen. Nur rund zwei Drittel des ursprünglichen Bestandes sind bis heute erhalten. Wenn der Waldanteil in den Einzugsgebieten zurückgeht, kommt es zu erhöhten Abflüssen. Niederschlagsmengen, die sonst der gut durchwurzelte Waldboden aufnehmen kann und erst langsam wieder abgibt, fließen dann direkt ab.

Im 18. Jahrhundert nahm der Siedlungsdruck auf die Alpen weiter zu. Die extremste Zunahme ist aber seit Ende des zweiten Weltkriegs festzustellen. Das betrifft den Einzelnen als Wanderer, Skifahrer oder Autofahrer, aber auch ganze Industriezweige. Allein der sich entwickelnde Fremdenverkehr zog immer mehr Menschen in ehemals dünn besiedelte Gebiete. In der Folge entstanden Hotels, Gaststätten, Kur- und Einrichtungen. Fast zwangsläufig rückte deshalb die Bebauung immer näher an die Wildbäche heran. Man baute auch dort, wo die Vorfahren, in Kenntnis der Naturgewalten, sich nie und nimmer hingewagt hätten.

## Hochwasser der Wildbäche



Mit zunehmender Besiedlung der Alpen entstanden zahlreiche Verkehrswege und andere Infrastruktureinrichtungen. Sie erschlossen den Alpenraum, ermöglichten erst den Warenverkehr zwischen benachbarten Ländern und waren Voraussetzung für die Entwicklung des Fremdenverkehrs in der heutigen Form. Selbst schmale Täler sind inzwischen durch verhältnismäßig breite Straßen, Wege oder Eisenbahntrassen erreichbar. Wenn aber bei großen Hochwassern der Raum für die andrängenden Wassermassen nicht mehr ausreicht, sind Unterspülungen und Beschädigungen dieser Verkehrswege vorprogrammiert. Besonders gefährdet sind Brücken durch Verlegen (Verklausen) mit Treibholz. Staut sich das Wasser hier, sucht es sich seinen Weg außerhalb des Bachbettes.

Selbst das liebe Vieh kann schuldig werden: Die sommerliche Weidewirtschaft ist vermutlich die älteste Form der landwirtschaftlichen Nutzung im Alpenraum. Noch heute grasen Tausende Kühe und Schafe auf Weiden und Bergalmen. Anders als noch vor Jahren ist das „moderne“ Almvieh deutlich gewichtiger. So wog eine Kuh der Rasse „Tiroler Grauvieh“ – eine sehr alte Rasse – bis 600 kg, eine moderne

Die intensive Nutzung des Alpenraumes muss auch unter Hochwasser-Gesichtspunkten kritisch bewertet werden.



der Rasse „Braunvieh“ aber bis 750 kg. Vor allem in nassen Sommern kann es so zu erheblichen Trittschäden und Bodenverdichtungen kommen, die wiederum zu einem erhöhten Oberflächenabfluss und flächenhafter Erosion führen. Wo Waldweidewirtschaft betrieben wird, schädigt das Vieh in vielen Fällen den Bergwald direkt durch Verbiss an Jungbäumen.

Wanderer und Spaziergänger erklimmen nicht nur verlockende Berggipfel, sondern bewegen sich auch entlang landschaftlich reizvoller Routen wie Wildbächen. Wo sie die Wege verlassen, etwa um abzukürzen, wird die Pflanzendecke geschädigt. Das jetzt ungeschützte Erdreich wird vom Regen weggespült, Erosionsrinnen fressen sich in die Hänge. Ähnliche Folgen bringt auch das Mountainbike-Fahren mit sich, das in den letzten 15 Jahren so beliebt geworden ist. Im Wildbach selbst bewegen sich die Kajakfahrer



und „Canyoning-Sportler“. Die ökologischen Auswirkungen dieser Sportarten sind kritisch zu bewerten. Gerade die schwer zugänglichen Schluchtstrecken der Wildbäche sind letzte Rückzugsgebiete für seltene Tiere und Pflanzen.

In den Skiorten bestehen heute viele Pisten, Liftanlagen und andere Infrastruktureinrichtungen. Auf den breiten Abfahrten wird der Boden häufig durch schwere Pistenraupen stark verdichtet. Da die Niederschläge dort schwerer versickern, fließt ein Großteil des Wassers auf der Oberfläche ab und muss von den Bergbächen statt vom Boden aufgenommen werden. Schneisen im Wald, die für den Bau der Liftanlagen und Bergbahnen geschlagen wurden, beschleunigen den Abfluss zusätzlich.



Wo sich noch vor wenigen Jahrzehnten viele Arbeiter mit einfachsten Mitteln behelfen mussten, erledigen heute bei der Wildbachverbauung 2-3 Personen die gleiche Arbeit mit modernem Gerät.



## Die Entwicklung der Wildbachverbauung

Bei den ersten Schutzverbauungen standen technische und hydraulische Anforderungen im Vordergrund; Ökologie war kein Thema. Da Wildbäche aber relativ kleine Einzugsgebiete haben, war von Beginn an der integrale Denkansatz – sowohl am Bachlauf als auch in der Fläche des Einzugsgebietes zu arbeiten – Teil von Planungen und Ausführungen. Schon im 19. Jahrhundert war bekannt, dass Schutzmaßnahmen nahe bei den Ursachen, also im Oberlauf der Wildbäche und deren Einzugsgebieten, oft effektiver sind als aufwändige Verbauungen im Unterlauf. Die Pflege oder Aufforstung des Waldes im Wassereinzugsgebiet beispielsweise ist eine besonders wirksame Maßnahme, um Erosion schon im Entstehen zu bekämpfen.



An extremen Gefahrenpunkten müssen massive Bauwerke die Kraft des Wassers und des „Geschiebes“ bremsen.

Auch ingenieurbio-logische Bauweisen – die Verwendung der Pflanze als Baustoff – wurden seit Beginn der technischen Verbauung angewandt, insbesondere um Rutschhänge in Lockergesteinen zu sichern. Doch stand über Jahrzehnte das technische Schutzkonzept bei Bauwerken absolut im Vordergrund, und den Wunsch nach ansprechender Gestaltung und Einbindung in die Landschaft beachtete man wenig.

Erst in den 70er Jahren entstanden erste Ansätze, die über den reinen Schutzwasserbau hinausgingen und stärker Aspekte des Natur- und Landschaftsschutzes berücksichtigten.

Für die Ingenieure ergab sich damit eine völlig neue Herausforderung. Bei der Planung betrachtete man nicht mehr nur den eigentlichen Bachlauf, sondern auch die Uferbereiche und den gesamten Talraum. Es sollten sowohl die Flora und Fauna des Baches geschützt, als auch die Freizeit- und Erholungsbedürfnisse der Menschen angemessen berücksichtigt werden.

Heute ist es für alle Beteiligten – Bürger, Gemeinden und Verwaltung – selbstverständlich geworden, bei jeder Planung besonderes Gewicht auf Ökologie und Naturschutz zu legen. Seit 2000 ist auch die EG-Wasserrahmenrichtlinie in Kraft mit dem Ziel, einen guten ökologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Umsetzung der Richtlinie erfolgt schrittweise.

# Immenstadt – große Gefahr aus kleinem Einzugsgebiet

Schon im Jahre 1826 weist das Forstamt Immenstadt darauf hin, dass im Steigbach „Erdrutsche und Steingerölle“ beobachtet wurden.

Das älteste registrierte Hochwasser wurde für den 21. Juli **1813** verzeichnet als „der in der verflossenen Nacht durch heftige Regengüsse angeschwollenen Steigbach in und bey Immenstadt beträchtliche Beschädigungen verursacht habe“.

Am 23. August **1846** wurde in Folge eines Wolkenbruches der obere Teil des Städtchens unter Wasser gesetzt. Der Steigbach trat aus seinem Bett, das Wasser drang bis auf den Marktplatz und brachte alles mit, was ihm im Wege lag: Holz und Steine. Brücken und Stege wurden bedeutend beschädigt. Diese Katastrophe wiederholte sich am 30. und 31. August.

Im Jahre **1873** erreichte der Hochwasserabfluss  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  und bildete über der Straße eine Fluthöhe von 2,70 m. Durch die enorme Flutwelle wurden im

### Hydrologische Daten des Steigbachs

Einzugsgebiet	10 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwassere-Abfluss	0,1 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	0,6 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	18 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1873	300 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet des Steigbach südlich von Immenstadt (siehe Pfeil).

Der Marktplatz 1873 nach einer Lithographie von Xaver Glötzle.



Verlauf des Steigbaches Murgänge ausgelöst und große Mengen an Geschiebematerial („haushohe Trümmersmasse“) durch den Klammbereich in Richtung Immenstadt transportiert. Die Stadt selbst wird durch eine Ablenkung der Trümmersmassen an einer Eisenbahnbrücke gerettet, doch die Folgen des Hochwassers sind erschreckend: 11 Menschen starben, 10 Wohngebäude,

6 Nebengebäude und 10 Brücken wurden total zerstört, 100 weitere Gebäude beschädigt.

Aus einer zeitgenössischen Quelle ist bekannt, dass „man dem Heranziehen der Wolkenmassen am Abende des 28. Juli mit ruhigem Gemüthe entgegen sah, denn die nahezu tropische Hitze machte den Wunsch nach den wolthätigen Wirkungen eines Gewitterregens allenthalben rege.

Anfänglich zeigte das aufsteigende Gewitter keine Spuren von seiner gefährlichen Natur und langsam zog es vom Westen her ins Thal. Allmählich änderte sich jedoch die ganze Szene und nahm eine bedrohende Gestalt an; denn auch im Nordosten, sowie im Südwesten in der Richtung gegen den Stuiben zeigten sich gefahrkündende Gäste. Blitze flammten von allen Seiten auf, die hinter den Bergen Horn und



Nach der Flut 1873. Oben: der Immenstädter Marktplatz; unten: Blick von Norden ins Steigbachtal.



Steineberg sichtbaren Wolken zeigten eine tiefgraue Färbung, die Tageshelle sank zur Abenddämmerung herab und jetzt fing es an in Strömen zu regnen, wozu sich ein nicht unbedeutender Hagel mischte...

Tosend wälzte sich eine ungeheure Wassermenge aus dem obern Thale herab; der Steigbachtobel mit seinen riesigen Felswänden zwängte die stürmende Fluth nochmals in seine gigantischen Fesseln, brüllend entwand sich die unbändige Masse diesen Schranken und nun gab es kein Hindernis mehr für das wüthende Element. Die Spreu zerstiebt vor seinem Anprall das Wehr

bei der Bindfadenfabrik, in Stücke zerrissen sank die große eiserne Brücke in die wirbelnden Wogen; Bäume und ungeheure Felsblöcke tanzten in fürchterlichen Sprüngen auf den rasenden Wellen, die sich bis zur Höhe des Fabrikterritoriums hoben und von dem entsetzlichen Schwunge den sie durch ein so bedeutendes Gefäll erhielten, wurden sie mit vernichtender Gewalt gegen die Stadt geschleudert“.

Kurz darauf berichtet der Allgäuer Amts-Bote: „Am 1. September **1873** drohte eine Ueberfluthung von dem so verhängnisvollen Steigbache. Der fortwährende Regen der letzten Tage ließ

Zerstörungen im oberen Stadtgebiet.



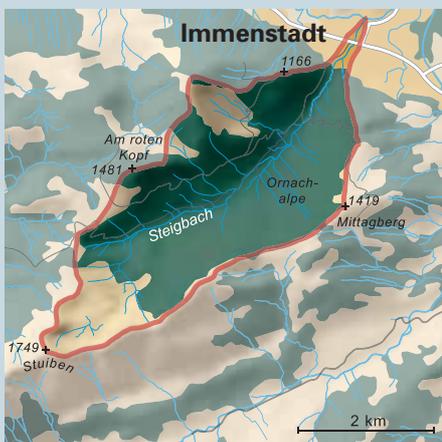
eine wiederholte Unglücks-Katastrophe befürchten, umsomehr als die Herstellung des Bachbettes aus Mangel an Arbeitskräften kaum beginnen konnte. Was bis jetzt von der sehr fleißigen Pionier-Mannschaft in der Wiederaufdeckung der alten Bachmutter geleistet wurde, hat das wilde Gewässer neuerdings vernichtet“.

Weitere bekannte Hochwässer machten in den Jahren **1965, 1966, 2002 und 2005** Schlagzeilen.

In der Nacht vom 14. auf 15. März **2006** löste sich ein Erdbeben mit einem Volumen von 150 000 m<sup>3</sup> und versetzte Immenstadt in Angst und Schrecken. Dabei wurden Schutzwald und Forststraßen zerstört, die Wasserversorgungsanlagen der Stadt und eine Fernwasserleitung bedroht.

### Das Einzugsgebiet des Steigbachs

Immenstadt liegt auf dem riesigen Schwemmfächer am unteren Ende des Steigbachs. Der Bach befindet sich komplett auf Gemeindegebiet der Stadt und gehört zum Naturraum Allgäuer Hochalpen im südlichen Teil des Landkreises Oberallgäu. Sein lang gestrecktes Tal verläuft überwiegend in



südwest-nordöstlicher Richtung und liegt zwischen 780 m (Stadt Immenstadt) und 1749 m (Gipfel des Stuiben) hoch. Bei 6 km Länge bedeckt es eine Fläche von 9,67 km<sup>2</sup> und gehört geologisch vollständig der Molassezone an. Man findet dort in wechselnder Zusammensetzung die typischen Konglomerate, Mergel, Tonmergel und Sandsteine der Unteren Süßwassermolasse. Auch Blockschutt aus Bergsturz- und Moränenmaterial kommt häufig vor. An fast allen steileren Hängen treten Schuttbildungen verschiedener Art und Zusammensetzung auf. Auf geologisch älteren Gesteinen lagert sich Verwitterungsschutt ab. Blockschutt und Bergsturzmaterial häuft sich unter den steilen Felswänden der Nagelfluhkette sowie an tektonisch vorgezeichneten Stellen mit Faltungen und Störungen.



Der Steigbachtobel – friedliche Idylle oberhalb von Immenstadt.



Brennesser- und Wasserriß-Tobel aus dem Nordwestteil und mehrere Bäche bei der Ornachalpe aus dem Südosten. Im oberen Einzugsgebiet hat das Hauptgewässer noch ein mäßiges Gefälle, reguliert durch die Stauanlage Hochried. Danach folgt eine tief eingegrabene, mit Felsstufen durchsetzte Tobelstrecke bis südlich von Immenstadt. Anschließend durchfließt der Bach die Stadt – 360 m davon in einem überdeckten Gerinne – und mündet schließlich in die Konstanzer Aach.

Wegen des Gesteinsaufbaus sind die Hänge des gesamten Einzugsgebiets äußerst instabil und damit anfällig für Abtragsprozesse. Auch oberhalb der aktuellen Waldgrenze finden sich zahlreiche Ansammlungen von Gestein, Geröll und anderem Festmaterial, vor allem Schnee- und Lawinenschurf, die zum Teil im Einflussbereich der Bäche liegen.

Die hoch gelegenen Quellzuflüsse des Steigbachs kommen aus dem Südwestteil des Einzugsgebiets. Weitere größere Zuflüsse wie Alpbach, der

Das Gewässernetz im Südosten des Gebietes ist sehr dicht, im Nordwestteil dagegen extrem dünn. Etwa zwei Drittel der Fläche ist mit Wald bedeckt. Abgesehen von wenigen größeren Lücken sind es geschlossene, dichte Bestände. Der gesamte Wald steht auf wenig standsicheren Hängen. Trotz des hohen Bewaldungsgrades kann es wegen der Verbreitung mergeliger Schichten zu hohen Abflüssen bei kurzen Starkregen oder zu großräumigen Hangvernässungen bei längeren Starkregen kommen.

## Vorsorge durch Verbauung

Die Wildbachverbauung begann nach einem verheerenden Hochwasser im Jahre 1873 im natürlichen Bachverlauf durch Verbauung und Korrektion – von Beginn an in der Fläche begleitet von umfangreichen ingenieurbioologischen Maßnahmen wie Aufforstungen und Bepflanzungen. Die dafür verwendeten Flächen wurden erworben und liegen auf waldfreien Hängen im Einzugsgebiet des Steigbaches, aber auch auf bachbett- und tobelnahen Einhängen des Steigbaches und seiner Zuflüsse.



Blick ins Steigbachtal mit den 1874 „neu“ errichteten Wildbachverbauungsarbeiten.

## Ausblick

Bei dem 2006 entstandenen Erdbeben galt es, das Gleitmittel Wasser vom Hang fernzuhalten. Es wurden zu beiden Seiten Entwässerungsgräben ausgehoben. Die Rutschung ist nach wie vor aktiv und in Bewegung. Sie muss überwacht werden. Um Veränderungen sofort zu erkennen, werden an ihrem Fuß nach einem festgelegten Programm Messungen vorgenommen. Unterhalb des Rutschungsfußes entstehen im Steigbach massive Konsolidierungssperren.



Massive Schutzmaßnahmen unterhalb der noch aktiven Rutschung.

# Bad Feilnbach – der Jenbach als Steinträger

Schon um 1200 heißt es in einer Aufzeichnung des Klosters Scheyern, dass der Jenbach ein schlimmer Nachbar sei, der nicht selten große Verheerungen anrichte. Achatius Pruckmayr, der von 1600 bis 1617 Pfarrer zu Au war, berichtet, dass 1608 die ganze Gemeinde von einem sehr schlimmen Hochwasser wegen Schnee und warmer Winde heimgesucht wurde.

Im Jahre **1679** klagt die Gemeinde Feilnbach über Schäden der Feilnbacher „Pergpäch“, die große Steine herab tragen und die Felder und Wiesen verkiesen. In einem Bericht aus dem Jahre 1881 wird die Lage in Feilnbach so beschrieben: „Die Gemeindeflur Feilnbach wird von 3 wilden Gebirgsbächen durchflossen, welche mit großem Gefälle von den Nordabhängen des Wendelstein- und Breitensteingebirges und deren Vorberge herabkommen. Bei starken Gewitterregen rasch anschwellend führen sie in reißendem Lauf massenhaft schwere Geschiebe aus ihren tief eingeschnittenen Betten nach abwärts, lagern sie beim Austritt

1903: Verbauung im Ortsbereich nach Hochwasserereignissen im 19. Jahrhundert.



aus dem Gebirge ab, verschütten oft das ganze Bachbett, treten dann über ihre Ufer und verheeren die fruchtbaren Felder, indem sie zeitweise nicht nur die Früchte zerstören, sondern auch die Humusdecke abschwemmen und den Boden mit Sand und Geröll überdecken. Die Gemeinde Feilnbach hat hierdurch alljährlich bei Hochwasser bedeutenden Schaden, sei es durch Überschwemmung selbst, sei es durch mühsame Arbeiten zur Räumung der Wildbäche und zum Schutz der zerrissenen Ufer und Bachsohle durch Talsperren“.

Der Jenbach war erstmals 1897 durch eine „Große Correction“ mit 30 Sperren ausgebaut worden. Wasser und Geschiebe zerstörten diese Bauwerke. Sie sind seit den 80er Jahren durch 7 bis 8 m hohe Sperren ersetzt. Weitere Entwässerungs- und Stützmaßnahmen an seitlichen Rutschungen ergänzen sie.

Ende der 80er Jahre zeigte sich, dass die örtlich begrenzten Hangbewegungen von einem Talzusub östlich des Jenbach überlagert wurden. Seit **1998** stürzten im Bereich des Talzuzubs Brechries mehrere 10 000 m<sup>3</sup> Fels und Schlamm in den Jenbach und verschütteten ihn. Der Abfluss bis zum Mittelwasser läuft unterirdisch ab, bei höheren Wassermengen wird die Rutschung überströmt.

Seit dem Jahre **1920** sind mehrere „Ausbrüche“ des Wildbachs bekannt geworden. Am 19. August **1929** ging über das Wendelsteingebiet ein Katastrophenregen nieder, der großes Hochwasser auslöste. Die Fluten stiegen so rasch an, dass die Bewohner

### Hydrologische Daten des Jenbach

Einzugsgebiet	27 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	0,06 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	0,57 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	12,2 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	35 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1995	26,8 m <sup>3</sup> /s



Das Einzugsgebiet des Jenbach bei Bad Feilnbach.



Hochwasser des Jenbach 1995. Darunter: Bergsturz und Murgang am Brechries 1998.



die Behörden um Hilfe baten. Dieses Hochwasser und ein kleineres vom 8. Juni haben die älteren Hochwasserschäden (1924), soweit sie bis dahin nicht ausgebessert werden konnten, nicht nur erheblich verschlimmert, sondern eine ganze Reihe neuer Schäden hinterlassen. Es führte eine Wassermenge von  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  und überschritt damit die Katastrophenwassermenge, die der Verbauung zugrunde lag. Die Fluten stürzten mit unheimlicher Wucht zu Tal und zerstörten dabei fünf Sperren oder Schwellen.

Bei einem Hochwasser im Mai **1940** wurde ein Teil der Sperren ganz zerstört, ein anderer schwer beschädigt. Am auffälligsten zeigten sich die Fol-

gen im Unterlauf, wo nicht nur das Bachbett selbst, sondern auch dessen Umgebung von den Kiesmassen bedeckt war. Wolkenbrüche in den Bergen ließen den Jenbach Anfang Juni **1960** weit über die Ufer treten und überfluteten die Staatsstraße 2089 auf 150 m, so dass der Verkehr gesperrt werden musste. Schwere Gewitter in der Nacht vom 29. auf 30. Mai **1995** ließen mit sehr starken Regenfällen den Osterbach im Einzugsgebiet des Jenbachs zur reißenden Flut werden. Sie richtete große Schäden an – die schwersten seit Menschengedenken. Seine Zuflüsse führten unglaubliche Mengen an Kies, Steinen, Schwemmh Holz und ausgerissenen Bäume zu Tal.

Aufräumarbeiten nach dem Hochwasser 1979.



## Beschreibung des Einzugsgebietes

Bad Feilnbach liegt südlich von Rosenheim an den Voralpen auf einer Höhe von 500 bis 700 m über dem Meeresspiegel in subalpiner Lage. Der Jenbach, der durch Bad Feilnbach fließt, ist ein Wildbach und wird bereits in alten Schriften als „große Steine herabtragender Bach“ genannt. Insbesondere die veränderlich festen Gesteine der Buntmergel- und Zementmergelschichten erodieren leicht und kommen dann schnell



ins Rutschen. Er entspringt mit mehreren Quellbächen im Wendelstein-Breitensteinkessel, verläuft nach Norden durch die alpine Schluchtstrecke, den Schuttkegel mit dem Ort Bad Feilnbach und wird nach 10 km am Beginn des Auer Weihmooses zum Gewässer II. Ordnung.

Das Einzugsgebiet von rund  $28,9 \text{ km}^2$  liegt im Randbereich des Mangfallgebirges. Die mittleren jährlichen Niederschläge liegen zwischen 1200 mm im Talbereich und 2500 mm im Quellgebiet. Bei 100-jährlichen Hochwassern fließen  $64 \text{ m}^3/\text{s}$  ab. Der Jenbach entspringt im Kalkalpin des Wendelstein und Breitenstein und bildet mit dem Jenbachwasserfall die Grenze zur Flyschzone. Auf rund 3 km Fließstrecke stehen mächtige Ton- und Mergelschichten mit unterschiedlichen Rutschungen an. Im Einzugsgebiet überwiegt der Waldanteil.

# Berchtesgaden – Markt mit drei Wildbächen

Hochwasser der Berchtesgadener Ache 1920. Die ehemalige Bahnlinie Salzburg - Berchtesgaden - Königssee ist bei der „Bayerischen Gams“ unterbrochen.

Im Berchtesgadener Talkessel sind viele historische Hochwässer dokumentiert. Besonders große Hochwässer herrschten **1269, 1386, 1403, im Juli 1508 und Oktober 1567, 1569, 1572, 1598, 1618/19, 1622, 1649, 1661, 1734, 1736, 1747, 1759, 1764, 1786, 1787, 1807, 1830, 1864, 1876, 1897, 1899, 1918 und 1920.**

„In demselben Sommer (**1386**) trat eine verheerende Flut ein ... – es regnete fast drei Wochen ununterbrochen vom 24. Juni bis 12. Juli 1386.“

„Gräusliche Überschwemmungen fügten im Julius und Oktober **1567** dem Lande Salzburg und Berchtesgaden großen Schaden zu.“

**1876** ließen sintflutartige Regen Bäche und Flüsse zu reißendem Hochwasser anschwellen. An der so genannten „Glocke“ bei Schellenberg wurde die Berchtesgadener Ache durch eine Vermurung abgeschnitten

### Hydrologische Daten der Berchtesgadener Ache in Berchtesgaden

Einzugsgebiet	368 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	4,83 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	16,3 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	129 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	275 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 1977	247 m <sup>3</sup> /s

Das Einzugsgebiet von Königsseer, Ramsauer, und Bischofswieser Ache bei Berchtesgaden.



und zu einem See aufgestaut, der 5 Monate bestand. Dabei starben sieben Menschen.<sup>1</sup>

Im September **1920** berichtet der „Berchtesgadener Anzeiger“ über die Hochwasserschäden in Berchtesgaden. Bemerkenswert ist jedoch eine Beilage: „Gedanken über die Ursachen

der zunehmenden Hochwasserverheerungen“. Liest man diesen Artikel, kann man kaum glauben, dass er bereits 1920 geschrieben wurde. Die Ursachen werden ähnlich wie zu unserer jetzigen Zeit aufgeführt.

**1931** wurde in Schellenberg eine Pegelanlage eingerichtet. Nach den Pegelaufzeichnungen sind die Hochwässer **1954** und **1959** eindeutig mit Hochwasserspitzen von 3,50 m bzw. 3,59 m nachgewiesen.

**1965** ließ man den Pegel in Schellenberg wieder auf und nahm einen neuen Pegel in Berchtesgaden in Betrieb. Markante Wasserstände zeigen sich hier **1977, 1995, 2002** und **2005**. 2002 wurde der Höchstwert von 2,95 m gemessen.



Die Berchtesgadener Ache 1959 unterhalb von Berchtesgaden – ein Lkw sucht die Straße im Hochwasser.



Die zerstörte Hundsreitbrücke in Marktschellenberg beim Hochwasser 1959 - die Pegelanlage steht noch.



Schon in einem kleinen Teil des Einzugsgebietes können starke Niederschläge Wildbäche zu gefährlich reißenden Flüssen anschwellen lassen. Diese lokalen Starkniederschläge führen dazu, dass ein Teil des Einzugsgebietes völlig verwüstet wird, in unmittelbarer Nähe aber fast keine Schäden auftreten und die größeren Gewässer im Talgrund kaum die Hochwassergrenzen erreichen. Ein Beispiel dafür ist der Bereich des Gerner-, Alm- und Rottmannbaches (linksseitige Zuflüsse der Berchtesgadener Ache): In einem kleinen Gebiet ging dort am Freitag, 26. Juni **1998** zwischen 19:00 und 20:00 Uhr ein schweres Gewitter nieder mit Niederschlagsmengen von 70 mm in 50 Minuten; die Folgen waren verheerend.

Hochwasser am Gerner Bach 1998, am Tag nach dem Schadensereignis im Klammweg.



Ablaufendes Hochwasser am Unterlauf des Kasperngraben, September 2005. Das rechte Bild zeigt einen durch Holz „verklausten“ Brückendurchlass. Das Wasser bahnt sich jetzt seinen Weg über die Brücke.



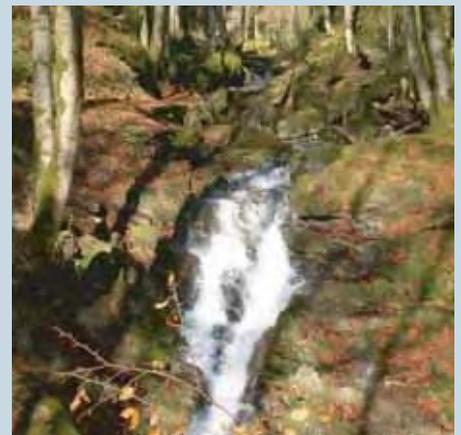
<sup>1</sup> Quellen: „Das Berchtesgadener Land im Wandel der Zeit“ von A. Helm, 1929, Reprint 1974; und „Geschichte des Fürstentums Berchtesgaden und seiner Salzwerke“ von Ritter Ernst von Koch-Sternfeld, 1815)

Wildbäche unterschiedlichster Charakteristik prägen das Einzugsgebiet von Berchtesgaden. Bilder von oben: Larosbach, Almbach, Gerner Bach.

### Beschreibung des Einzugsgebietes

Die wichtigsten Gewässer im Berchtesgadener Talkessel sind Königsseer Ache, Ramsauer Ache und Bischofwieser Ache, die bei, beziehungsweise in Berchtesgaden zusammenfließen und als Berchtesgadener Ache den Talkessel bei Marktschellenberg Richtung Österreich verlassen. Sämtliche Fließgewässer im Berchtesgadener Talkessel sind als Wildbach eingestuft.

Das Einzugsgebiet der Berchtesgadener Ache – sie wird von den Österreichern auch Königsseer Ache genannt – ist bis zur Landesgrenze größtenteils hochalpin. Charakteristisch für das Einzugsgebiet sind Moor- und Moosgebiete und die Verkarstung weiter Teile. Für den Wasserabfluss hat dies zur Folge, dass zu Beginn einer Regenperiode viel Wasser gespeichert werden kann und der Abfluss im Bachbett sich kaum ändert. Sind jedoch die Hohlräume gefüllt und das Moor gesättigt,



steigen die Abflüsse rasch an. Dies zeigt sich an den Pegelaufzeichnungen mit einem extrem steilen Anstieg. Genauso plötzlich wie die Wasserstände angestiegen sind, gehen sie in der Regel auch wieder zurück. Die Vorwarnzeiten sind daher extrem kurz.

Berchtesgaden selbst war bis zur Säkularisation 1803 eine selbstständige Fürstprobstei, die sich durch geschickte Politik zwischen den benachbarten Staaten Bayern und Salzburg halten konnte. Bereits 1802 hatten österreichische Truppen Berchtesgaden besetzt, es wurde dem neu gegründeten Kurfürstentum Salzburg zugeschlagen. Schon 1805 wurde es dem Kaiserreich

Österreich zugeordnet, 1809 geriet es kurzfristig unter französische Herrschaft und erst 1810 kam Berchtesgaden zu Bayern.

Auch heute noch ist die Marktgemeinde geprägt vom Salz; das Salzbergwerk Berchtesgaden ist bekannt und berühmt. In ihm wird heute in Sinkwerken Salz abgebaut, die anfallende Sole wird jedoch zwischenzeitlich mit einer Soleleitung zur weiteren Verarbeitung in die Saline Bad Reichenhall gebracht. Berchtesgaden hatte früher eine eigene Saline, Reichenhall lag ja im Ausland. Diese Saline befand sich in Frauenreuth, am Zusammenfluß von Königsseer und der Ramsauer Ache.

## Maßnahmen

Nach dem Hochwasser 1954, das erhebliche Schäden anrichtete, mussten viele Bereiche der Wildbäche im Berchtesgadener Talkessel neu ausgebaut werden. 1998 waren nach einem Unwetter die Ufersicherungen des Gerner Baches auf großen Strecken so zerstört, dass auch dieser Bach weitgehend saniert wurde. Ein Schwachpunkt blieb sowohl aus wasserwirtschaftlicher als auch aus verkehrstechnischer Sicht bis vor kurzem die Frauenreuthbrücke am Zusammenfluss von Königsseer Ache und Ramsauer Ache. Ein Kreisverkehr mit je einer Brücke über Königsseer, Ramsauer und Berchtesgadener Ache brachte die Lösung des Verkehrsproblems und verbesserte die Hochwassersituation deutlich. Für ein 100-jährliches Hochwasser reichte es aber noch nicht. Erst in enger Zusammenarbeit zwischen Straßenbauamt Traunstein (jetzt Bauamt Traunstein), Wasserwirtschaftsamt Traunstein und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München in Oberrach konnten sowohl Anströmung und Querschnitt der Brücken als auch der Zusammenfluss der Gewässer so optimiert werden, dass der ursprünglich geforderte Freibord von 1 m jetzt fast eingehalten werden kann. Der fehlende Freibord kann aber durch einen vorgeschalteten Wildholzrechen kompensiert werden. Der Kreisverkehr mit den drei Brücken ist inzwischen unter Verkehr, der Wildholzrechen soll 2008 errichtet werden.

Wildholzrechen am Larosbach.



Die neue hochwassersichere Verkehrsführung am Zusammenfluss von Königsseer und Ramsauer Ache.

# Oberzell – alpine Szenarien in Niederbayern

Die jüngste Hochwasserkatastrophe ereignete sich am 12. August **2002** an den „Oberzeller Wildbächen“. Ausgelöst wurde sie wieder durch Starkniederschläge und den Bruch zweier Straßendämme im oberen Einzugsgebiet der Zuflüsse des Eckerbachs. Zusätzlich zu dem etwa 100-jährlichen Hochwasserabfluss (ca. 41 m<sup>3</sup>/s) kam noch die Flutwelle des zweiten Dammbrochs, so dass sich für das 28 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet ein Scheitelabfluss von ca. 120 m<sup>3</sup>/s ergab. Die hohe Zerstörungskraft wirkte sich besonders verheerend im Markt Oberzell aus, wo sich die Sachschäden auf rund 4,6 Millionen Euro summierten. Wenigstens gab es dank rechtzeitiger Evakuierungen keine Toten. Die ca. 100 Jahre alten Konsolidierungssperren am Griesenbach überstanden das Ereignis erstaunlicherweise ohne Schaden.

Das Gebiet der „Oberzeller Wildbäche“ wurde in den Jahren **1898**, **1904**, **1910** und **1912** von schweren Wolkenbrüchen heimgesucht. Im Unterlauf dieser Bäche kam es zu gro-

August-Hochwasser 2002 in Oberzell, welches selbst die Helfer in Not brachte.

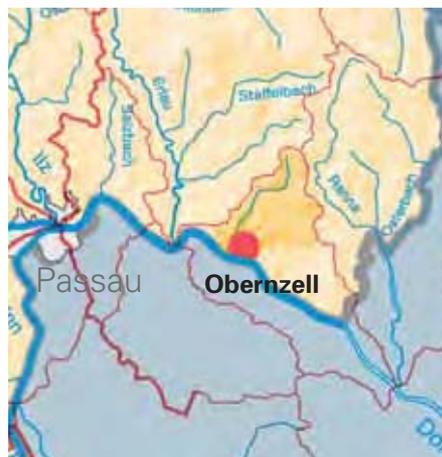


ßen Schäden durch Überschwemmungen und Schuttablagerungen. Enorme Geröllmassen wurden bei dem ‚Hagelwetter‘ im Jahre **1898** im Griesenbachtal bewegt. Es gab Tote und schwere Verluste an Vieh, Mahlgut, Triebwerken, Gebäuden und der Infrastruktur. Die Schäden im Markt Oberzell betragen insgesamt mehrere hunderttausend Goldmark. Bis 1922 wurde



### Hydrologische Daten des Eckerbach bei Oberzell

Einzugsgebiet	28 km <sup>2</sup>
Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss	0,2 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Abfluss	0,6 m <sup>3</sup> /s
Mittlerer Hochwasser-Abfluss	9 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei 100-jährlichem HW	41 m <sup>3</sup> /s
Abfluss bei HW 2002	120 m <sup>3</sup> /s



für den Wildbachausbau die stattliche Summe von 200 000 Mark aufgewendet. Allein die Böschungspflasterung und die 62 Konsolidierungssperren am Griesenbach kosteten etwa 175 000 Mark.

Das Einzugsgebiet des Eckerbachsystems bei Oberzell.

Schuttfrachten am Reitercamp im Eckerbachtal (2002).



## Aktuelle Baumaßnahmen

Da in den 50er Jahren durch den Bau der Staustufe Jochenstein der Wasserspiegel der Donau um 6 m angehoben wurde, musste der Eckerbach im Mündungsbereich auf einer Länge von circa 450 m verrohrt werden. Die Brücken und das Einlaufbauwerk dieser Verrohrung sind kritische Stellen, an denen Hochwasserschäden entstehen können. Der Hochwasserschutz umfasst die erforderliche Gerinneaufweitung und Ufersicherung sowie die Erneuerung von acht Brücken und circa 1200 m Straße. Mit dem Bau der drei Schwemmholtzrechen und der Geschiebeablagerungsstrecke vor dem Siedlungsbereich sind seit dem Sommer 2006 die wesentlichen Schritte zur Reduzierung des bis dahin unverändert hohen Gefahrenpotenzials geleistet. Ein Ausuferen des Eckerbaches in Oberzell wäre wegen der Bedeichung zur Donau besonders folgenschwer, da der gesamte Polder Oberzell geflutet würde. Insgesamt werden 23 ha Gewerbefläche, etwa 250 Arbeitsplätze in ca. 70 Betrieben und mehr als 700 Einwohner geschützt. Die Gesamtkosten der Hochwasserschutzmaßnahme am Eckerbach betragen 3,6 Millionen Euro.

Zyklopenmauerwerk und neue Straßenführung.



Bau der Konsolidierungssperren am Griesenbach nach dem Hochwasser im Jahr 1898.

In Oberzell münden Griesenbach und Hofleitenbach in den Eckerbach.



## Geologie

Grundsätzlich entstand der Bayerische Wald aus erosionsstabilen Gesteinen wie Gneis und Granit. Niemand würde hier Wildbäche vermuten. Vorherrschende Gesteine im Bereich des Passauer Engtales sind jedoch Pfahlschiefer, Gneise und Zonen der 'Bunten Gruppe'. In der Region zwischen Passau und Jochenstein entstanden aus vormaligen Ton-, Sand-, und Kalksteinen Paragneise mit Amphiboliten, Marmor und Graphiteinlagerungen. Die Einzugsgebiete der Gewässer, die die höchsten Schuttfrachten transportieren, liegen im Bereich dieser Paragneiseinschaltung. Heftige Niederschläge, die lokale Paragneisausprägung sowie die Kombination aus geologischen Störzonen, starker tektonischer Hebung und Gewässereintiefung – erkennbar an den bis zu 400 m steil aufragenden Talflanken der Donauleiten – schaffen hier die Voraussetzungen für in Niederbayern ungewöhnliche „alpine“ wasserbauliche Projekte.

# Klimawandel und Hochwasser

Auch wenn sich viele Menschen an den Flüssen auf die wiederkehrenden Hochwasser eingestellt haben, kommt es immer wieder zu Schäden in Millionenhöhe.

Das Klima stellt die mittleren Verhältnisse des Wetters, insbesondere beschrieben durch die Kenngrößen Lufttemperatur und Niederschlag, im langjährigen Mittel dar. Als meteorologische Referenzperiode dient derzeit der Zeitraum von 1961 bis 1990. Ein Vergleich zeigt, dass die klimatischen Verhältnisse in der Vergangenheit eine natürliche Variabilität aufwiesen, sowohl im globalen als auch im regionalen Maßstab. Dies lässt sich sehr gut an der globalen Mitteltemperatur über die letzten 1000 Jahre erkennen, die gewisse zyklische Schwankungen mit längeren Kalt- und Warmperioden aufgewiesen haben. Die Entwicklung der mittleren bodennahen Lufttemperatur zeigt allerdings in den letzten Jahrzehnten einen dramatischen Anstieg, der über den Schwankungsbereich der zurückliegenden Jahrhunderte bereits deutlich hinausgeht (siehe Grafik Seite 87).

Diese Erwärmung wird in einem kausalen Zusammenhang mit der etwa zeitgleich angestiegenen Konzentration von Treibhausgasen, insbesondere des Kohlendioxids, in der Atmosphäre gesehen.



## Klimaprogramm Bayern 2020

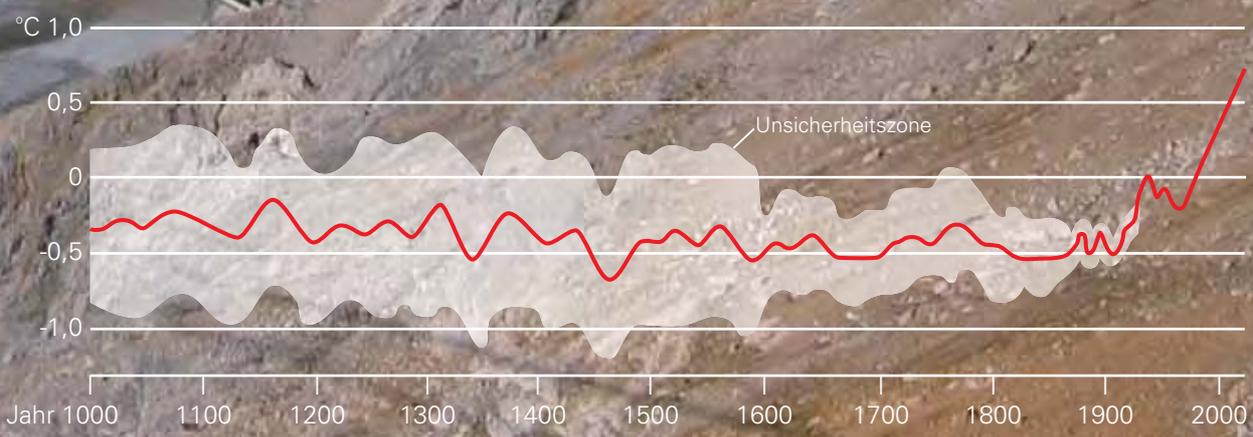
Um den Herausforderungen des Klimawandels wirkungsvoll zu begegnen, beschloss die Bayerische Staatsregierung im November 2007 das „Klimaprogramm Bayern 2020“. Mit einem auf die spezifischen Verhältnisse in Bayern zugeschnittenen Maßnahmenpaket werden die Aktivitäten im Bereich

Klimaschutz in den Jahren 2008 - 2011 um weitere 350 Millionen Euro verstärkt. Ziel ist es, Treibhausgase zu verringern, sich an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels anzupassen und durch Forschung eine fundierte Datenbasis für weitergehende strategische Entscheidungen vorzuhalten.

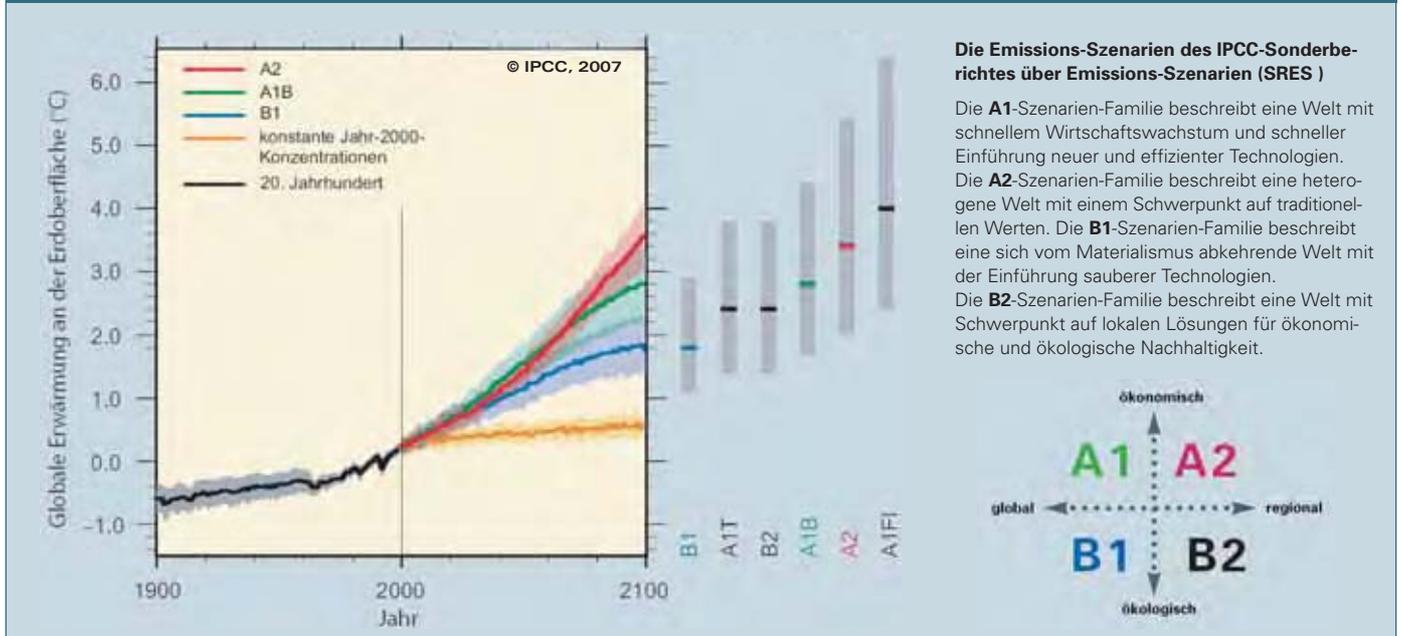
Das Programm erhalten Sie kostenlos als pdf unter: [www.klima.bayern.de](http://www.klima.bayern.de)



Besonders deutlich wird der Klimawandel am Abschmelzen der Gletscher, wie hier am Nördlichen Schneeferner im Zugspitzgebiet. Die Grafik rechts zeigt die *Schwankung der mittleren globalen Erdtemperatur* im Vergleich zur Mitteltemperatur der Klimaperiode 1961 - 1990 (= Nulllinie). Quelle: Allianz Umweltstiftung, vereinfacht nach IPCC (2001/2007).



## Multimodell-Mittel und geschätzte Bandbreiten für globale Erwärmung der Erdoberfläche bis 2100



## Ausmaß des künftigen Klimawandels

Die Zunahme der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre wird sich in den nächsten Jahrzehnten als Folge des bisher global noch nicht rückläufigen Verbrauchs fossiler Energieträger weiter fortsetzen. Es steht damit außer Zweifel, dass sich das Klima global und deshalb auch regional weiter erwärmen wird. Durch die Arbeiten des Weltklimarates (IPCC), zuletzt durch den in 2007 veröffentlichten Sachstandsbericht, sind die Thematik Klimawandel und die damit verbundenen Probleme und Gefahren deutlich aufgezeigt worden. Global wird für die verschiedenen Emissions-szenarien bis Ende des Jahrhunderts ein Anstieg der globalen Mitteltemperatur in der Größenordnung von 1,4 bis 4 °C erwartet (siehe Grafik oben).

Dieses „Global Warming“ zeigt sich auch regional und Bayern bleibt davon nicht verschont. Die allgemeine Erwärmung wird nach heutigem Kenntnisstand die Wechselwirkungen in der Atmosphäre intensivieren und die Veränderung von Großwetterlagen, des Wasserdampfgehalts in der Atmosphäre und auch der Niederschlagsverhält-

nisse, zur Folge haben. Eine Verschiebung statistischer Mittelwerte und Verteilungen der Klimakenngrößen bedeutet auch eine Zunahme der Häufigkeit bisheriger Extremwerte. Eine Zunahme von Trockenperioden, aber auch von Starkniederschlägen, wird zwangsläufig eine Veränderung des Abflussgeschehens unserer Gewässer bewirken.

### Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Aus den physikalischen Gesetzen ergibt sich, dass eine höhere Lufttemperatur zu einer erhöhten Aufnahmekapazität von Feuchtigkeit der erwärmten Luft führt.

Bei 30 °C nimmt die Luft maximal 30,3 g Feuchtigkeit pro m<sup>3</sup> Luft auf, bei 22 °C ist die maximale Aufnahmekapazität bei 19,4 g pro m<sup>3</sup> erreicht.

Kommt es in der Atmosphäre zu einer Abkühlung von 30°C auf 22°C, kann die Differenz bis zu 10,9 g pro m<sup>3</sup> Luft als Regen fallen.



Temperatur in °C	Maximaler Feuchtegehalt in g/m <sup>3</sup>
30	30,30
28	27,20
26	24,40
24	21,80
22	19,40
20	17,30
18	15,40
16	13,70
14	12,10
10	9,40
6	7,28
2	5,59
0	4,84
-2	4,14

Die Zunahme lokaler Starkregenereignisse ist mittlerweile statistisch erwiesen. Das Bild zeigt die Auswirkungen eines Unwetters im Juli 2007 im Landkreis Forchheim.

## Auswirkungen auf das Hochwasser

Eine Häufung außergewöhnlicher Hochwasser in den vergangenen zwei Jahrzehnten war für die Fachwelt, aber auch für die betroffene Öffentlichkeit ein Anlass, verstärkt die Frage nach den Ursachen zu stellen. Die Bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung untersucht als Antwort darauf seit 1999 zusammen mit den Fachleuten aus Baden-Württemberg und des Deutschen Wetterdienstes die Thematik „Klimawandel und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ (KLIWA). In diesem Kooperationsvorhaben konnte für Bayern bereits gezeigt werden, dass sich einzelne klimatische Kenngrößen trendhaft in einem Umfang verändert haben, der über die bekannte Variabilität hinausgeht. Diese Veränderungen werden als erste Auswirkungen des Klimawandels gedeutet. Der lineare Trend der mittleren jährlichen Lufttemperatur in Bayern ist mit 0,8 °C zwischen 2001-2006 (DWD 2007) etwas größer als der entsprechende globale Trend für das letzte Jahrhundert.



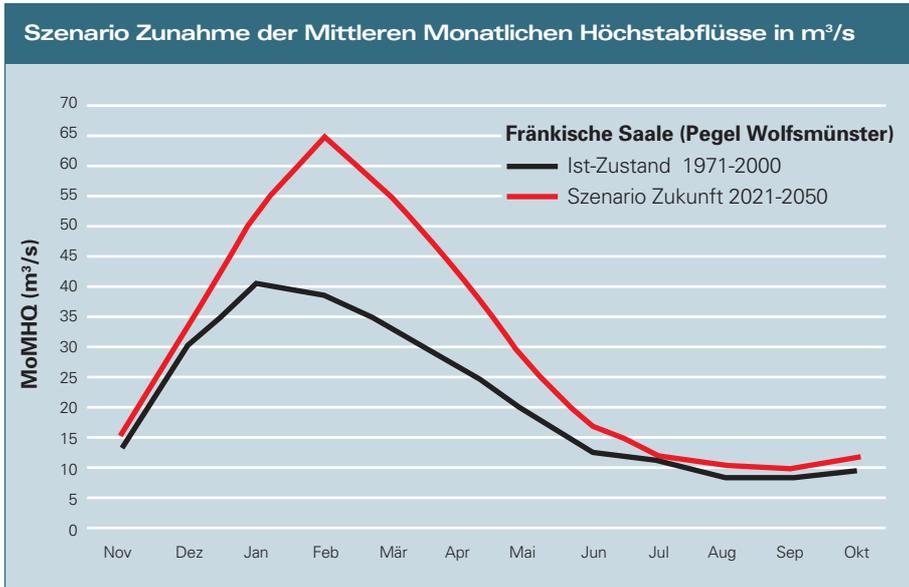
### Trendverhalten der Hochwasser

Bezugszeitraum	Trendverhalten der Hochwasserabflüsse	Trendverhalten der Hochwasserhäufigkeiten
	Anzahl Pegel 1932 - 2005	
<b>Hydrologisches Gesamtjahr (01.11. - 31.10.)</b>		
abnehmender Trend	12	14
zunehmender Trend	48	46
<b>Hydrologisches Winterhalbjahr (01.11. - 30.04.)</b>		
abnehmender Trend	11	5
zunehmender Trend	49	55
<b>Hydrologisches Sommerhalbjahr (01.05. - 31.10.)</b>		
abnehmender Trend	21	29
zunehmender Trend	39	31

Auch wenn der mittlere Jahresniederschlag an vielen Messstationen nur eine geringe Veränderung zeigt, weisen die Starkniederschläge mit Andauern von 24 bis 240 Stunden eine erkennbare Zunahme im Winterhalbjahr auf.

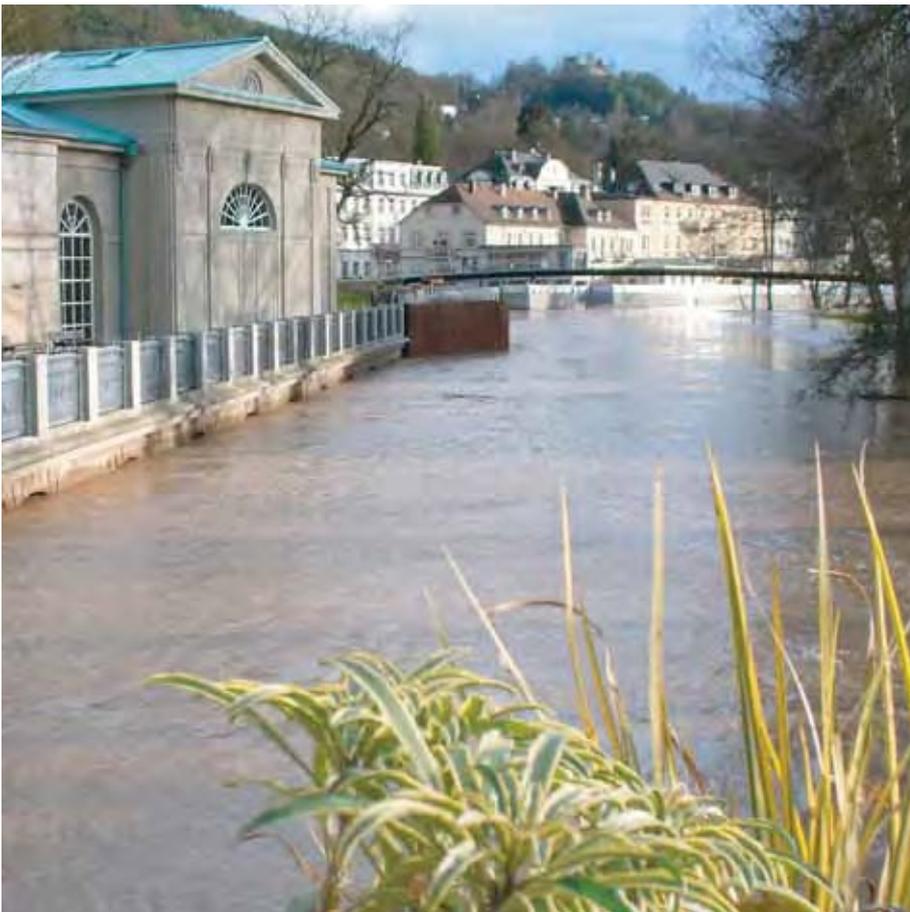
Hinsichtlich der Jahreshöchstabflüsse der Beobachtungsdauer 1932 bis 2005 zeigen 48 der 60 untersuchten Jahresserien eine mit gewissen Unsicherheiten behaftete Zunahme. Die Häufigkeit von Hochwasserereignissen, bisher untersucht für den Zeitraum 1932 bis 1998, nahm ebenfalls zu.

### Hochwasserabflüsse – der Blick in eine mögliche Zukunft



Die in die Zukunft gerichtete Fragestellung, ob infolge des Klimawandels allgemein und in welchem Ausmaß mit einer Verschärfung des Hochwasseregeschehens zu rechnen sein wird, ist mit Simulationsrechnungen untersucht worden. Dazu mussten zunächst die Szenarienergebnisse einer globalen Klimamodellierung über Regionalisierungsverfahren für einen nutzbaren Maßstab berechnet und daraus künftig mögliche Abflussganglinien simuliert und statistisch bewertet werden.

Die Berechnungsergebnisse lassen eine deutliche Zunahme der mittleren Hochwasserabflüsse, aber auch seltenerer Hochwasser, erwarten. Auch wenn die Auswertungen und die Modellannahmen mit Unsicherheiten behaftet sind, bestätigen verschiedene regionale Modellberechnungen diese Aussage. Allein aus Vorsorgegesichtspunkten ist daher von einer Hochwasserverschärfung durch die Klimaveränderung für die Zukunft auszugehen. Die Ergebnisse der Simulationsberechnungen für ein regionales Klimaszenario sind exemplarisch für den Pegel Wolfsmünster an der Fränkischen Saale dargestellt (siehe Grafik oben). Insbesondere für die Wintermonate wird eine deutliche Zunahme der mittleren Hochwasserabflüsse berechnet.



Szenariensimulationen können nie hundertprozentig genau sein. Trotz aller Unsicherheiten sollten wir uns aber – schon aus Vorsorgegesichtspunkten – auf Hochwasserverschärfungen einstellen. Im Bild: Der neue Hochwasserschutz in Bad Kissingen bei einem Hochwasser der Fränkischen Saale.



Hochwasser wird es immer wieder geben – besonders vor dem Szenario der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen. In Zukunft wird es deshalb mehr denn je darum gehen, die Folgeschäden durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu minimieren. Im Bild: August-Hochwasser 2005 der Iller und der Stillach (unten).



Der Klimawandel wird bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen durch einen Zuschlag von 15 Prozent auf die Bemessungsgrundlage (= 100-jährliches Hochwasser) berücksichtigt.

## Hochwasserabflüsse und Anpassungsstrategie

Das Naturereignis Hochwasser lässt sich nicht verhindern. Doch wir können viel dafür tun, dass es möglichst nicht zur Katastrophe kommt. Im Hochwasserschutz geht es in erster Linie darum, Schäden zu vermeiden oder wenigstens zu begrenzen, eine Zunahme des Schadenspotenzials in gefährdeten Bereichen zu vermeiden und ein angemessenes Gefahrenbewusstsein zu entwickeln. Diese Zielsetzungen erfordern eine ganzheitliche Strategie und aus Vorsorgegesichtspunkten auch die Berücksichtigung des Klimawandels in der Hochwasserschutzplanung. Seit 2004 wird daher in Bayern der Lastfall Klimaänderung bei der Neuplanung von Hochwasserschutzmaßnahmen berücksichtigt. Dies erfolgt im Planungsverfahren durch einen Zuschlag („Klimaänderungsfaktor“) von 15 Prozent zur statistischen Bemessungsgrundlage (in der Regel das 100-jährliche Hochwasser).

### Hochwasseraktionsprogramm 2020



Hochwasserschutz erfordert eine ganzheitliche Strategie: Isolierte Schutzkonzepte reichen nicht aus, weil sie im Zweifelsfall nur das Problem flussabwärts verlagern. Deshalb funktioniert moderner Hochwasserschutz nur in Kombination seiner drei Handlungsfelder:



1. Natürlicher Rückhalt
2. Technischer Hochwasserschutz
3. Hochwasservorsorge

In Bayern hat sich diese Strategie schon seit längerem bewährt. Nach dem Pfingsthochwasser 1999 war jedoch klar, dass schneller und in größerem



Umfang gehandelt werden musste. Im Mai 2001 beschloss die Bayerische Staatsregierung daher das „Hochwasseraktionsprogramm 2020 für Donau- und Maingebiet“: Bis zum Jahr 2020 will der Freistaat mit diesem Programm 2,3 Milliarden Euro in den Hochwasserschutz investieren.

Leben mit dem Fluss – immer ein Gewinn, wenn wir die Jahrtausende alten Rhythmen der Natur respektieren und die entsprechenden „Weichen“ stellen.

## Ausblick

Mit den Erkenntnissen der Klimaforschung und der Verbesserung der Modellierungsinstrumente wird sich das Wissen über die Auswirkungen des Klimawandels erweitern. Anpassungsstrategien an den Klimawandel werden daher bei Vorliegen neuer Ergebnisse durch die Wasservirtschaft laufend optimiert werden müssen. Letztlich wird aber der Klimawandel eine große gesellschaftliche Herausforderung der Zukunft werden, bei der neben der Entwicklung von Anpassungsstrategien für die betroffenen Bereiche auch der Klimaschutz mit dem Ziel der Verminderung von Treibhausgasemissionen und die Forschung hierzu im Vordergrund stehen.



## Glossar

### 100-jährlicher Abfluss ( $HQ_{100}$ )

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

### 100-jährliches Hochwasser ( $HQ_{100}$ )

→ 100-jährlicher Abfluss

### Abfluss

Der Teil des gefallenen Niederschlags, der in Bächen und Flüssen abfließt. Er wird gemessen als Wassermenge pro Zeiteinheit und in Kubikmeter pro Sekunde ( $m^3/s$ ) angegeben. Der Abfluss wird indirekt über die Geschwindigkeit des Wassers gemessen. Die mittlere Fließgeschwindigkeit wird multipliziert mit der durchflossenen Querschnittsfläche ( $m^2 \times m/s = m^3/s$ ). Diese Messungen werden in größeren zeitlichen Abständen bei unterschiedlichen Wasserständen durchgeführt. Daraus wird eine Abflusskurve erstellt. Jedem gemessenen Wasserstand kann über diese Abflusskurve ein zugehöriger Abfluss zugeordnet werden. → *Gewässerkundliche Hauptzahlen*

### Aue

Das von der Gewässerdynamik geprägte Gebiet eines Fließgewässers. Umfasst die Flächen, die natürlicherweise vom Hochwasser beeinflusst werden, direkt durch Überflutung oder indirekt durch steigende Grundwasserstände. Oft identisch mit dem Talboden.

### Bodenfrost

Bei anhaltend tiefen Lufttemperaturen gefriert das Wasser im Boden zu Eis. Bei starken Regenfällen lässt gefrorener Boden kaum Wasser versickern. Es entsteht hoher Oberflächenabfluss, der zu Hochwasser führen kann. Bekanntestes Beispiel für ein Hochwasser, bei dem der Bodenfrost in Teilen der Einzugsgebiete einen wesentlichen Ausschlag gab, ist das Hochwasser im Jahre 1909. Eine hohe Schneedecke kann tiefen Bodenfrost verhindern.

### Deich

Künstlich aufgeschütteter Damm an einem Flussufer zum Schutz des dahinter liegenden Landes (Hinterland) vor Überflutung. Die Deichkrone ist die ebene oder schwach gewölbte obere Fläche eines Deiches. Sie ist meist 3 bis 5 m breit und befahrbar. Bei Hochwasser sind die Deiche durch anhaltenden Wasserdruck gefährdet. Zum Schutz und zur Verteidigung der Deiche bei Hochwasser haben die Gemeinden Deichwehren zu stellen. In der Regel werden die Aufgaben der Deichwehr von den örtlichen freiwilligen Feuerwehren übernommen.

### Einzugsgebiet

Für jede Stelle eines Gewässers lässt sich das Gebiet angeben, aus dem alles oberirdische Wasser dieser Stelle zufließt. Das Einzugsgebiet eines → *Pegels* ist zum Beispiel die Summe aller Gebiete, die dem Gewässer bis zu dieser Stelle Wasser zuführen. Für Untersuchungen des Wasserhaushaltes wird zusätzlich zwischen oberirdischem Einzugsgebiet und unterirdischem Einzugsgebiet unterschieden. Oft stimmen beide nicht überein. Extreme Unterschiede treten im Karst auf. Die Grenze des Einzugsgebietes wird durch die → *Wasserscheide* markiert.

### Eishochwasser

Eis entwickelt sich an Gewässern bereits dann, wenn die Temperaturen einige Tage unter null Grad liegen. Zuerst vereisen Bereiche mit geringer Fließgeschwindigkeit; bei fortschreitender Eisbildung engt sich der Fließquerschnitt immer mehr ein und die Wasserstände beginnen zu steigen. Große Gefahren kann der Abgang der Eisdecke erzeugen. Das Eis kann sich dabei an Engstellen zu Eisbarrieren aufstauen und damit den Abfluss des Wassers behindern. Wenn die Eisbarriere aufgrund des Wasserdruckes bricht, werden ähnlich einem Dammbbruch plötzlich große Wassermassen freigesetzt. An den großen Flüssen ist die Hochwassergefahr durch Eis sehr zurückgegangen, seitdem es Stauhaltungen gibt. Wegen der Aufwärmung durch Kühlwasser bildet sich großteils gar kein Eis mehr.

### Feststofftransport

Fließendes Wasser führt feste Stoffe mit sich und transportiert sie flussabwärts. Bei starkem Gefälle und hoher Fließgeschwindigkeit können Gesteinsblöcke bis zu Durchmesser von mehreren Dezimetern bewegt werden. Das an der Flusssohle wandernde oder springende Geröll ist das Geschiebe. Im Wasser schwebende Feststoffe werden als Schwebstoff bezeichnet. Bei durchschnittlicher Fließgeschwindigkeit werden Feststoffe bis zur Größe feinen Sandes mitgeführt. Als Ge-

schiebestoß wird der stoßweise Eintrag von Geschiebe aus Seitenbächen bei Hochwasser bezeichnet. Geschiebe- und Schwebstoffmengen sind stark von der Wasserführung, den Fließgeschwindigkeiten und der Feststoffzufuhr durch Verwitterung und Massenbewegung abhängig. Geschiebemengen um die 6 000 Tonnen pro Jahr werden zum Beispiel dem Sylvensteinsee durch die Isar zugeführt. 4 000 Tonnen pro Jahr erreichen im Mittel jährlich den Chiemsee über die Tiroler Achen. Der Schwebstoffgehalt von Inn und Salzach kann im Mittel 100 bis 300 Gramm pro Kubikmeter Wasser betragen, während in Donau und Main deutlich weniger als 100 Gramm gemessen wurden.

### Flurbereinigung

In den ländlichen Gebieten wird der Landschaftswandel durch die Flurbereinigung geprägt. Die wichtigsten Maßnahmen mit Auswirkungen auf den Wasserhaushalt sind:

- Neueinteilung der Grundstücke, das heißt, kleine Parzellen werden zusammengelegt,
- Rodung bzw. Aufforstung von Wald,
- Umwandlung von Grünland in Acker,
- Gestaltung der Wege und Wegseitengräben,
- Ausbau und Verlegung von Bachläufen,
- Räumung der Gräben und Bäche,
- Ent- und Bewässerung,
- Planierung und Terrassierung.

Heute werden außerdem Wasserrückhaltemaßnahmen geplant. Rückhaltebecken und Kleinspeicherräume sowie die Neuanpflanzungen von Hecken und Bäumen tragen zum Wasserrückhalt auf der Fläche bei. Mithilfe der *Extensiven Bewirtschaftung* oder Neuanlage von ökologischen Flächen wird die → *Retention* wieder verbessert.

### Flussregulierung

Korrektur eines Flusslaufes zu Gunsten Landwirtschaft, Schifffahrt, Siedlungsbau und Wasserkraftnutzung durch Flussbegradigungen, Uferbefestigungen und Sohlenverbau. Mit Hilfe von Querbauwerken, Sohlenschwellen, Abstürzen, Wehren oder Staustufen wird eine zu starke Tiefenerosion verhindert.

### Flutmulde

Künstlich angelegtes Flussbett, das nur bei Hochwasser durchflossen wird. Damit wird zum Beispiel in Landshut ein Teil des Abflusses bei Hochwasser um den Ortskern herumgeführt. Überschwemmungen der Altstadt lassen sich durch diese Flutmulden vermeiden.

### Flutpolder

Eingedeichte Flussniederung oder Senke, die bei Hochwasser gezielt geflutet wird (→ *Polder*).

## Fronten

Fronten markieren Luftmassen unterschiedlicher Herkunft und Eigenschaften. Bei einer Warmfront rückt warme gegen kalte Luft vor. Gleitet Warmluft auf Kaltluft auf, entsteht Schichtbewölkung mit länger anhaltenden Niederschlägen. Ist dagegen bei einer Kaltfront kalte Luft auf dem Vormarsch, dann schiebt sich die kalte Luft unter die warme und hebt sie hoch. Die entstehenden Haufwolken, so genannte Cumuluswolken, entladen sich mit heftigen Niederschlägen. Eine Kombination aus Warm- und Kaltfront ist die Okklusionsfront. Sie bildet sich, wenn die Kaltfront die vorauseilende Warmfront einholt und sie in die Höhe hebt.

## Geschiebe

Der Feststoffanteil beim → *Feststofftransport*, der sich an der Sohle rollend und hüpfend fortbewegt.

## Gewässerkundliche Hauptzahlen

Aus den kontinuierlichen Messungen von Wasserstand (W) und Abfluss (Q) werden eine Reihe von Hauptwerten abgeleitet, die für die Wasserwirtschaft wichtig sind:

- *NNW, NNQ* niedrigstes Tagesmittel aller Jahre,
- *NW, NQ* niedrigstes Tagesmittel eines Jahres,
- *MNW, MNQ* Mittel der *NW, NQ* aller Jahre,
- *MW, MQ* Mittel eines oder aller Jahre,
- *MHW, MHQ* Mittel der *HW, HQ* aller Jahre,
- *HW, HQ* höchster Wert eines Jahres,
- *HHW, HHQ* höchster Wert aller Jahre.

## Gewässer II. Ordnung

Kleinere, wasserwirtschaftlich bedeutsame Flüsse. Nach Bayerischem Wassergesetz obliegt den Bezirken der Unterhalt und der Ausbau dieser Gewässer.

## Hochwasserentlastung

Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken haben aus Sicherheitsgründen eine Hochwasserentlastung. Eine Bewirtschaftung der Talsperren und Rückhaltebecken, das heißt eine Steuerung der Abgabe, ist in der Regel bis zu einem 100-jährlichen Hochwasser gegeben. Bei selteneren Hochwassern, bei denen das Stauziel überschritten wird, wird der zusätzliche Zufluss über die Hochwasserentlastungsanlage so abgeführt, dass das „Bauwerk“ Talsperre keinen Schaden nimmt.

## Hochwasserfreilegung

Frühere Bezeichnung für die Gesamtheit aller Maßnahmen zum Schutz einer Stadt vor Überschwemmungen. Da die Bezeichnung „Freilegung“ einen absoluten Schutz suggeriert, wird sie heute nicht mehr verwendet.

Stattdessen spricht man vom Hochwasserschutzsystem.

## Hochwasserwelle

Der Wasserstand während eines Hochwassers wird über Tage hinweg kontinuierlich aufgezeichnet. Es entsteht die so genannte Hochwasserganglinie mit ihrer spezifischen Wellenform. Den gesamten Prozess von Anstieg und Rückgang des Hochwassers nennt man Hochwasserwelle.

## Hundertjähriger Abfluss ( $HQ_{100}$ )

→ *100-jährlicher Abfluss*

## Hydrologisches Jahr

Das hydrologische Jahr dauert in Deutschland jeweils vom 1. November eines Jahres bis zum 31. Oktober des folgenden. Das Winterhalbjahr umfaßt die Monate November bis April, das Sommerhalbjahr die Monate Mai bis Oktober. Diese Einteilung wählt man, um in der Jahresbilanz die Niederschläge erfassen zu können, die bereits im November und Dezember als Schnee oder Eis gespeichert wurden und erst im folgenden Jahr abfließen. Bei einer klassisch kalendarischen Einteilung blieben sie in der Bilanz unberücksichtigt.

## Klima

Der charakteristische Zustand der Erdatmosphäre über einer bestimmten Region wird als Klima bezeichnet, wobei die Witterung eines einzelnen Jahres sich erheblich vom Normalklima unterscheiden kann. Je länger die Sonne über dem Horizont steht und je höher im Zenit, desto mehr Strahlungsenergie ist zur Erwärmung der Erdoberfläche verfügbar. Deshalb lassen sich die Klimazonen mit der geografischen Breite einteilen. Zusätzlich wird das Klima durch die Beschaffenheit der Erdoberfläche beeinflusst. Abhängig von Wasseroberflächen oder Festland, von Flachland oder Gebirge ändern sich Temperatur, Wind, Niederschlag und Feuchte.

## Klimaänderung

→ *Klima*

## Klimaschwankungen

Die Temperatur der bodennahen Luftschichten beträgt über die gesamte Erdoberfläche und übers Jahr gemittelt derzeit etwa +15 Grad. Durch natürliche Klimaschwankungen im Laufe eines Jahrhunderts kann dieser Wert um 0,5 Grad variieren. Über längere Zeiträume gesehen, zum Beispiel während der Eiszeiten, haben sich die Mitteltemperaturen sogar um mehrere Grad geändert.

## Laufzeit der Hochwasserwelle

Zeit, die eine Hochwasserwelle von einem Pegel bis zum nächsten flussabwärts gelegenen Pegel benötigt. Vereinfacht wird meist der zeitliche Abstand der Hochwasserscheitel herangezogen. Dieser kann aber stark von der Laufzeit abweichen, wenn es an Einmündungen größerer Nebenflüsse zur → *Wellenüberlagerung* kommt und sich dadurch ein neuer Hochwasserscheitel bildet.

## Meldestufen

Im Hochwassernachrichtendienst in Bayern wird das Ausmaß der Überflutung durch vier Meldestufen beschrieben. Für jeden Pegel im Hochwassernachrichtendienst werden entsprechende Wasserstände angegeben.

- *Meldestufe 1:* Stellenweise kleinere Ausuferungen.
- *Meldestufe 2:* Land- und forstwirtschaftliche Flächen überflutet oder leichte Verkehrsbehinderungen auf Hauptverkehrs- und Gemeindestraßen.
- *Meldestufe 3:* Einzelne bebaute Grundstücke überflutet oder Sperrung überörtlicher Verkehrsverbindungen oder einzelner Einsatz der Wasser- oder Dammwehr.
- *Meldestufe 4:* Bebaute Gebiete in größerem Umfang überflutet oder Einsatz der Wasser- oder Dammwehr in großem Umfang erforderlich.

## Mure

Im Gebirge kann Gesteinsmaterial aus Hangrutschen, Schutthalden, Geschiebe und Geröllmassen bei Hochwasser in Bewegung geraten. In Wildbächen fließt es mit großer Geschwindigkeit zu Tal. Durch die Hangrutsche oder nach Felsstürzen kann der Fluss aufgestaut werden, weil sein ursprünglicher Fließweg versperrt wurde. Muren können unvorstellbare Verheerungen anrichten. Ganze Ortschaften versanken schon in Schlamm und Geröll.

## Niederschlag

Kann als Regen, Schnee, Graupel oder Hagel den Boden erreichen. Nach Art der Entstehung unterscheidet man:

- zyklonalen Niederschlag, der mit → *Fronten* einhergeht,
- konvektiven Niederschlag, der sich durch Thermik bildet, zum Beispiel sommerliche Wärmegewitter,
- orographischer Niederschlag, der durch geländebedingte Hebung von Luftmassen erfolgt. Zur Messung wird der Regen in Gefäßen aufgefangen. Ein Trichter mit einer Fläche von 200 cm<sup>2</sup> ist in 1,5 m Höhe über dem Boden angebracht und leitet den Niederschlag in ein Meßröhrchen. Die Niederschlagsmenge wird meist in Millimetern angegeben. Das bedeu-

tet: So hoch wäre der Boden an der Messstelle mit Wasser bedeckt, wenn nichts abflösse oder verdunstete. Eine Niederschlagshöhe von 1 mm entspricht der Wassermenge von 1 Liter pro Quadratmeter (l/m<sup>2</sup>).

Will man aus der Niederschlagshöhe den Abfluss bestimmen, so braucht man den so genannten Gebietsniederschlag. Dieser kann durch Mittelung der Niederschlagshöhen mehrerer Messstellen im → *Einzugsgebiet* ermittelt werden.

## Pegel

Ein Pegel ist eine Messstelle für den Wasserstand. Der einfachste Pegel besteht aus einer Pegellatte mit Zentimetereinteilung am Ufer. An ihr lässt sich die Höhe des Wasserspiegels ablesen. Bis auf wenige Ausnahmen besitzen alle Pegel eine Schreibregistrierung. Bei der Schreibregistrierung wird die senkrechte Bewegung eines Schwimmkörpers automatisch auf ein Diagramm übertragen (Schwimmerschachtpegel). Bei einem anderen Messprinzip wird der Wasserdruck, der von der Wassertiefe abhängig ist, an der Gewässer-sole gemessen und kontinuierlich registriert (Druckpegel). Zusätzlich können die registrierten Wasserstände über entsprechende Geräte digital erfasst werden und über ein Modem per Datenfernübertragung direkt in den Computer eingelesen werden. Ein Messwertansagegerät kann Wasserstände in Sprache umwandeln. Sie können dann über das öffentliche Telefonnetz direkt abgehört werden.

## Polder

Flussniederung oder Senke, die durch Deiche künstlich vor (Hoch-)Wasser geschützt wird und deren Wasserstand reguliert werden kann. (→ *Flutpolder*)

## Renaturierung

Rückbau von Flussbegradigungen oder Neuverlegung des Flussbettes mit dem Ziel, natürliche Fließverhältnisse wieder herzustellen und die Eigenentwicklung zu fördern.

## Retention

Im Seitenbereich des Flussbettes und in der Flussaue wird bei Überflutungen ein Teil des Wassers zwischengespeichert. Dies führt dazu, dass das Wasser flussabwärts langsamer steigt. Die Hochwasserwelle wird verzögert und verläuft flacher. Die Retention ist umso größer, je geringer das Gefälle ist.

## Rückhalteraum

Rückhalteräume dienen der Zwischenspeicherung von Hochwasser. Sie werden durch Aufstauen bzw. Überfluten aktiviert.

## Sturzflut

Eine Sturzflut ist ein spezielles Hochwasser von kurzer Dauer und steilem Anstieg mit einer relativ hohen Hochwasserspitze. Sie wird von einem Regen hoher Intensität erzeugt, der über einem kleinen Einzugsgebiet nieder-geht.

## Tiefdruckgebiet oder Tief

Ein Gebiet niedrigen Luftdrucks, das auch Zyklone oder Depression genannt wird. Auf der Nordhalbkugel drehen sich Tiefdruckgebiete gegen den Uhrzeigersinn, auf der Südhalbkugel umgekehrt. Oft bilden sich Tiefdruckgebiete immer wieder an den selben Stellen des Globus. Sie werden deshalb zum Beispiel Island-Tief oder Nordsee-Tief genannt. Das Adria-Tief – ein ganz typischer Tiefdruckwirbel – führt an seiner Ostflanke warme und feuchte Mittelmeerluft in unsere Breiten. → *Vb-Wetterlage*.

## Tiefenerosion

Durch die Kraft des Wassers werden am Grund der Flüsse Bodenteilchen, Steine und Geröll bewegt, → *Feststofftransport*. Je höher ein Hochwasser steigt, desto mehr Feststoffe kann es bewegen. Fällt der Wasserstand, dann lagert sich das Material wieder ab. Wird mehr abgetragen, als sich anlagert, so vertieft sich auf Dauer das Flussbett. Diesen Vorgang nennt man Tiefenerosion.

## Überschwemmungsgebiet

Flächen, die bei Hochwasser überschwemmt werden. Rechtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete müssen von den Gemeinden in der Bauleitplanung berücksichtigt werden.

## Vb-Wetterlage

Im Jahre 1891 hat der Meteorologe Van Bebbers die Tiefdruckzugbahnen bezeichnet. „Vb“ (sprich: fünf B) ist der Name einer Tiefdruckbahn dieser Klassifikation. Eine „Vb“-Wetterlage kann im Sommer zu gefürchtem Hochwasser führen. Bei Nord- oder Nordwestlagen kommt kalte und feuchte Luft von Norden her. Werden gleichzeitig mit dem Adria-Tief über die „Zugstraße Vb“ sehr warme und feuchte Luftmassen aus dem Mittelmeerraum herangeführt, dann entstehen tagelang anhaltende ergiebige Niederschläge. Die warm-feuchte Adrialuft gleitet auf die kalte Polarluft. So entstehen mächtige Wolken mit bis zu 7 km Höhe. Vom bayerischen Alpenrand bis nach Thüringen und Ostpreußen kann sich diese Wetterlage erstrecken. Häufig bezieht sie sogar das Warthe- und Weichselgebiet ein.

## Verkläusung

Meist durch Schwemmholz verursachte Verstopfung im Wasserlauf an natürlichen oder künstlichen Engstellen.

## Vorland

Fläche zwischen Gewässer und Deich

## Wasseräquivalent

Für die Schneeschmelze ist der Wassergehalt der Schneedecke wesentlich. Er wird als Wasseräquivalent bezeichnet und zum Vergleich mit dem Niederschlag in Millimeter Wasserhöhe angegeben.

## Wasserscheide

Grenze zwischen den → *Einzugsgebieten*

## Wasserstand

Die Höhe des Wasserspiegels eines stehenden oder fließenden Gewässers über oder unter einem angenommenen Nullpunkt, dem Pegelnullpunkt. Der Wasserstand wird in Zentimetern angegeben. → *Gewässerkundliche Hauptzahlen*

## Wellenüberlagerung

Zur Wellenüberlagerung kommt es, wenn die → *Hochwasserwelle* eines Nebenflusses mit der Hochwasserwelle im Hauptfluss annähernd zeitgleich zusammentrifft. Durch Wellenüberlagerung addieren sich die Abflüsse beider Flüsse und der Wasserstand kann erheblich höher ausfallen.

## Wildbäche

Wildbäche sind die charakteristischen Fließgewässer kleiner → *Einzugsgebiete* im Hochgebirge. Sie weisen meist ein sehr starkes Gefälle auf und sind durch einen rasch und stark wechselnden Abfluss und zeitweise hohe Feststoffführung gekennzeichnet.

Weitere Informationen zum Thema Hochwasserschutz und Klima erhalten Sie unter:

[www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de)

## Bildnachweis:

---

Abwasser- und Gewässerunterhaltungsverband	
Mittlere Regnitz	.89 (Hr. Poprawa)
Bauer, W., Obertraubling:	.40l
Bayerisches Landesamt für Umwelt:	.48o, 51o + u (J. Ernsberger), 64o, 68r, 70u, 72l + r, 73mu, 90u, 92ur
Bayerisches Landesvermessungsamt:	.43o
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz:	.92o
Feuerwehr Kehlheim:	.49lu
Hagg, Johann:	.86u
Hagg, Wilfried <a href="http://www.bayerische-gletscher.de">www.bayerische-gletscher.de</a> :	.87
Institut für Meteorologie:	.88u (Hr. Sachweh)
Landesbildstelle Südbayern:	.65o
Leidorf, Klaus ( <a href="http://www.leidorf.de">www.leidorf.de</a> ):	.42, 49o, 57
MAGAZIN Bildagentur:	.15, 93u
Mainfränkisches Museum, Würzburg:	.18o, 20
Markt Obernzell:	.85m
Museen Stadt Regensburg:	.67f, 41o, 45m, 46
Planungsreferat LHM München:	.66m + u
Prokoph, R., Traunstein	.82ul
Regierung von Unterfranken:	.14, 16o (Hansen, Würzburg)
Schimpel, Christian ( <a href="http://www.schimpel.de">www.schimpel.de</a> ):	.76
Schinzler, München:	.68r
Stadtarchiv Hof:	.32o, 34u, 35ml + ul
Stadtarchiv Immenstadt:	.74 (05-03-010), 75ol (A I 26-15), 75or (A I 26-15), 75ul (A I 26-25), 75ur (05-03-011), 77l (A I 26-15)
Stadtarchiv Passau:	.52, 53u
Stadtbauamt Miltenberg:	.86o
Stadt Bad Kissingen, Archiv:	.10/11, 28o, 29or + ol + m + ur, 30o + lu
Stadtmuseum München:	.Titel, 4/5, 65m, 66o
Stadt Regensburg, Tiefbauamt:	.47
Stolz, Herbert, Regensburg:	.37, 40r, 44
WWA Aschaffenburg:	.17, 19 (aus Privatsammlung Dr. J. Lusin, Würzburg), 21o, 22, 22, 23, 92 um
WWA Bad Kissingen:	.30ur + 31ol (L. Rosentritt), 29ul (M. Rottenberger), 31or + m + u (K. Schubert), 90
WWA Deggendorf:	.56, 8/9 + 84u + 85o (M. Fehrer), 84o (Schmeizl), 85ur (G. Jungbauer), 53o (H. Stolz), 54u + 55 (V. Ritter), 58 (L. Schaller)
WWA Donauwörth:	.38lo + m, 41u, 60o, 61, 62, 63
WWA Hof:	.33o + m, 34o, 35or + ur
WWA Kempten:	.73ol + or, 77m, 77u + 91 + 93o (A. Rieg)
WWA Kronach:	.92ul
WWA Landshut:	.13, 49mu + ru
WWA Nürnberg:	.24o, 25, 26, 27
WWA München:	.65ur + ul, 67o, 67m + u (Joven)
WWA Regensburg:	.36, 43u, 45o, 45u, 51m, 40u + 50 (Luftbildverlag Hans Bertram), 78o + 79ol + 79om (H. Barnikel), 79u (M. Schaubächer),
WWA Rosenheim:	.59o (J. Feselmeyer), 80o, 81ol + or (D. Schmid aus Archiv Markt Berchtesgaden), 81m, 81ul+ur (S. Ufertinger), 82o + ur + 83o (H. Maier), 83u (T. Dufter)
WWA Traunstein:	.59o (J. Feselmeyer), 80o, 81ol + or (D. Schmid aus Archiv Markt Berchtesgaden), 81m, 81ul+ur (S. Ufertinger), 82o + ur + 83o (H. Maier), 83u (T. Dufter)
WWA Weilheim:	.69, 70o, 71, 72m
Karten:	.Pro Natur GmbH auf Basis der Daten des LfU, Topographische Grunddaten: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung
Detaillkarten Wildbäche:	.Landesamt für Umwelt, Hof: 76, 79, 82, 85

---

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden 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 Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.



BAYERN I DIREKT Tel.: 0180 1 201010  
3,9 ct/min aus dem deutschen Festnetz;  
max. 42 ct/min aus den Mobilfunknetzen.