

Dieter Stangassinger
 Karlheinz Pfeil
 Anna Mahlau
 Michael Holzmann
 Joachim Sommer

Praxisorientierte, kosteneffiziente Hochwassersimulation in Sonthofen/Allgäu

Am 2. Juli 2004 hat der Bundestag das neue Hochwasserschutzgesetz beschlossen [1]. Kern dieses Gesetzes ist es, den Flüssen mehr Raum zu geben und die Nutzung der von Überflutungen bedrohten Flächen stärker an den Hochwassergefahren zu orientieren [2], [3]. Das Gesetz verpflichtet die Länder, die Überschwemmungsgebiete und neuerdings auch überschwemmungsgefährdete Gebiete in den Raumordnungs- und Bauleitplänen zu kennzeichnen. Überschwemmungsgefährdete Gebiete sind z. B. Flächen, die bei Versagen technischer Hochwasserschutzanlagen ebenfalls vom Hochwasser betroffen werden. Da die Aufnahme der gefährdeten Gebiete eine Neuerung darstellt, ist die Erhebung, Feststellung und Kennzeichnung dieser Flächen mit neuem Aufwand verbunden. Dass dieser Aufwand jedoch durchaus gerechtfertigt ist, zeigt das Beispiel der Stadt Sonthofen im Allgäu. Mit modernen und relativ kostengünstigen Methoden kann eine gute Voraussagegenauigkeit von überschwemmungsgefährdeten Gebieten erreicht werden.

Ausgangssituation

Pfingsten 1999 war u. a. das gesamte südliche Oberallgäu, insbesondere auch die Stadt Sonthofen, von extremem Hochwasser (HQ 500) betroffen [4]. Auch in den Folgejahren wurden mehrere 100-jährliche Hochwasserereignisse registriert. Trotz hervorragender Leistungen der zuständigen Katastrophenschutzanlagen kam es dabei zu hohen Schäden. Das Hauptproblem war, dass im direkten Voralpenland die Reaktionszeiten bei Versagen von technischen Einrichtungen wie Dämmen extrem kurz sind (im Bereich von 15 min). Da entsprechende Maßnahmen bislang nicht planbar waren, konnten die Verantwortlichen bislang nur „reagieren, anstatt zu agieren“.

Aus leidvoller eigener Erfahrung kam man zur Erkenntnis, dass die Kenntnis und Ausweisung von hochwassergefährdeten Gebieten nicht nur z. B. bei der Bauleitplanung, sondern insbesondere auch im Bereich Katastrophenschutz, bei der Erstellung von Katastropheneinsatzplänen, von essentieller Bedeutung sein können.

Im unmittelbaren Voralpenland sind zudem besondere Randbedingungen anzutreffen. Die Wassermassen breiten sich in diesem Gebiet sehr schnell durch die Städte aus und können enorme Schäden verursachen. So schnell die Ausbreitung erfolgt, so schnell gehen die Pegel auch wieder zurück. Es ist hier sehr wichtig, die genaue Lage von möglichen Dammbuchstellen und das resultierende von Überschwemmung betroffene Gebiet zu kennen.

Aufgabenstellung

In Erkenntnis der Problematik wurden Lösungen gesucht, welche es, je nach Lage der Dammbuchstelle, erlauben, die entsprechenden Ausbreitungsrechnungen zu erstellen. Hierfür wurden in enger Zusammenarbeit mit Stadt, Wasserwirtschaftsamt, Landratsamt und Katastrophenschutz (Feuerwehr, THW) realitätsnahe Szenarien als Grundlage für folgende Szenarioberechnungen entwickelt.

Erklärtes Ziel der vor Ort Verantwortlichen des Katastrophenschutzes ist es, in erster Linie Personen und materielle Schutzgüter durch Präventivmaßnahmen bestmöglich vor extremen Hochwasserereignissen (Berechnung auf HQ 300) zu schützen. Dabei sollen die Simulationsergebnisse die Basis zur Erstellung von Hochwasserschutzplänen bilden. Die zu erwartenden Szenarien sollen möglichst realitätsnah berechnet werden.

Die präventive Komponente war und ist hierbei besonders wichtig, damit sich die Einsatzkräfte vor Eintritt des Ernstfalles bereits darauf einstellen und Vorkehrungen treffen können, wie z. B.:

- gezielte Warnung von Straßenzügen bzw. Stadtteilen vor der akuten Gefahr,
- Evakuierung von Personen und Tieren aus gefährdeten Bereichen,
- Umsetzung von Präventivmaßnahmen zur Umleitung der Wassermassen („Quickdammsystem“, Sandsackwälle, ...) in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt.

Neben der Ausbreitung (Fließweg) der Wassermassen und der zu erwartenden Überflutungshöhe der Bereiche ist auch die Stelle des Wiedereintritts der Wassermassen in das Flussbett von besonderer Bedeutung. Durch bauliche Gestaltung von Zwangseintrittsstellen kann erheblicher Personen- und Güterschutz erreicht werden.

Die Simulationsberechnungen hatten letztlich den Zweck,

- die Katastrophensituation an sich hinsichtlich Zeitfaktor und Größenordnung planbar zu machen,
- im Vorfeld Maßnahmen für den Ernstfall zu planen,
- die Effizienz des begrenzten Fachpersonals und Geräte durch präzise Einsatzplanung zu steigern,
- die Folgekosten der Katastrophe somit zu verringern,
- eine Folgeabschätzung der geplanten Maßnahmen durchzuführen (Schutz eines Gebietes kann ggf. die Bewohner/Schutzgüter eines anderen Gebietes benachteiligen).

Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Stadtgebiet Sonthofen liegt im südlichen Teil des Landkreises Oberallgäu am Zusammenfluss von Iller und Ostrach. Sonthofen wird von drei Seiten durch die bis zu 2600 m ü. NN hohen Allgäuer Alpen umschlossen. Der Schwerpunkt der Besiedelung mit ca. 21000 Einwohnern liegt im Talgrund, auf durchschnittlich 750 m ü. NN. Durch das ca. 6,3 km² umfassende Stadtgebiet verlaufen zwei Bundesstraßen und eine Staatsstraße sowie eine Bahnlinie. Der wildbachartige Gebirgsfluss Iller, als Gewässer I. Ordnung, sowie der Wildbach Ostrach, als Gewässer III. Ordnung, fließen neben zahlreichen kleineren Bächen, Triebwerkskanälen und Gräben durch das Stadtgebiet. Für alle Fließgewässer sind schnell ansteigende Hochwasserabflüsse charakteristisch.

Beschreibung der Szenarien

Es wurden 4 Szenarien untersucht (Der Zufluss wurde mittels einer dreieckigen Ganglinienform mit kurzem Anstieg sowie flachem Rückgang vom Wasserwirtschaftsamt für besonders riskante Dammabschnitte vorgegeben):

1. Dammbrech Binswangen (Abflussspitze 25 m³/s, Anstiegszeit 15 min., Gesamtdauer 6 h), gebrochen beim Pfingsthochwasser 1999
2. Dammbrech oberhalb Tiroler Wehr (Abflussspitze 25 m³/s, Anstiegszeit 15 min., Gesamtdauer 6 h)
3. Dammbrech oberhalb Drohtwehr (Abflussspitze 50 m³/s, Anstiegszeit 15 min., Gesamtdauer 6 h)
4. Dammbrech am östlichen Ufer der Iller, oberhalb Sigis-hofen (Abflussspitze 300 m³/s, Anstiegszeit 1 h, Gesamtdauer 7 h).

Das Digitale Höhenmodell (DHM)

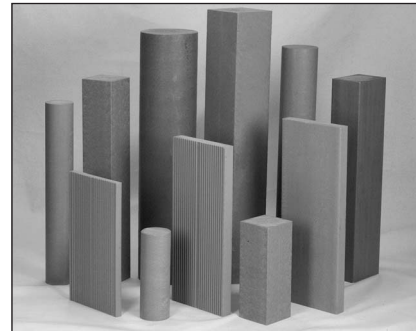
Grundlage der Berechnungen ist ein hochpräzises Digitales Höhenmodell, das mittels Laserscanning erstellt wurde und eine horizontale Auflösung von 1 m als regelmäßiges Raster und eine vertikale Genauigkeit von 5–15 cm bietet. Das DHM muss für die Anwendung einer Hochwassermodellierung aus mehreren Gründen überprüft werden. Zum einen kann der Datensatz Datenfehler enthalten. Des Weiteren ist ein Digitales Höhenmodell nur ein 2,5-dimensionales Datenmodell, da zwar durch die Projektion der Höhe jedes Punktes eine Oberfläche gebildet wird, aber damit keine zusätzliche Information im dreidimensionalen Raum erzeugt wird, d. h. oberirdische, aber nicht oberflächliche Wasserwege wie z. B. Brückendurchlässe oder Verrohrungen werden durch das DHM nicht repräsentiert.

Eine Plausibilisierung und etwaige Korrektur des Datensatzes mit „Bearbeiterwissen“ waren unumgänglich. Dazu wurde sowohl ein Vergleich mit Orthofotos als auch eine Prüfung durch Vor-Ort-Begehungen durchgeführt. Zudem boten die Berechnungsergebnisse von floodFILL eine gute Grundlage zum Testen des Höhendatensatzes, da durch die Modellierung der Ausbreitung des Wassers Fließrichtungen und Aufstaupunkte schnell visualisiert und Unplausibilitäten so rasch sichtbar wurden.

Anschließend war es erforderlich, das DHM anzupassen. Insbesondere auf den höhenmäßig extrem relevanten Dammkronen musste die Vegetation „entfernt werden“.

TRIMAX®

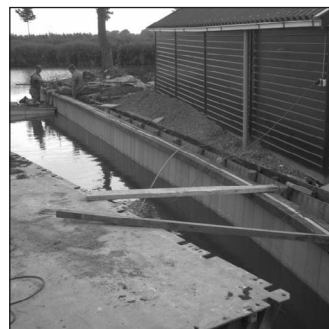
Das ideale **Kunststoff-Baumaterial** für den Landschafts-, Garten- und Wasserbau und vieles mehr ...



TRIMAX als Wassertrennwand



Bootsstegbelag aus TRIMAX



TRIMAX als Uferbefestigung



Schüttgutbox aus TRIMAX

zum Beispiel ...

- **Wasserbau**
Siege, Ufersicherungen
- **Küstenschutz/
Hochwasserschutz**
Ramppfähle, Wasserschutzwände, Bühnenbau
- **Stahlwasserbau**
Gleitleisten, Fenderungen
- **Garten- und Landschaftsbau**
Einfriedungen, Hangsicherungen

TRIMAX ist ...

- ... ein glasfaserverstärktes Kunststoff-Produkt mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften
- ... die Alternative für imprägnierte und Tropenhölzer
- ... wie Holz verarbeitbar
- ... garantiert umweltverträglich
- ... bis 12 Meter Länge lieferbar, Sondermaße auf Wunsch
- ... verrottungsfest

TEPRO

TEPRO Kunststoff-Recycling GmbH & Co.
Industriestraße 17 • 29389 Bad Bodenteich
Tel.: (0 58 24) 96 36 24 • Fax: (0 58 24) 96 36 23
info@tepro.de • http://www.tepro.de

Szenario: Dambruch Ostrach

Geographische Übersicht



Fotodokumentation Pfingsten 1999
C: Theodor-Heuss-Straße/Hochvogelstraße



Simulationsergebnis



Des Weiteren mussten Brücken, Durchlässe, Baugruben, Güllegruben etc., welche im DHM nicht abgebildet sind, eingepflegt werden. Als Problem bei der kleinräumigen hochpräzisen Berechnung stellten sich zudem „dünne“ Gartenmauern, Einfriedungen oder aufragende Wände von offenen Güllegruben heraus. Diese wurden durch den Laserscan aufgrund der geringen Dicke meist nicht erkannt und wurden im DHM händisch ergänzt.

Hochwassermodellierung mit floodFILL

Als Modellierungssoftware für die Verteilung des Wassers wurde das hydrologische Modell floodFILL ausgewählt,

das für die Modellierung von Überflutungen als Folge von Versagen von Schutzbauwerken (Bruch oder Überströmen) entwickelt wurde [5]. Es modelliert auf Basis eines Digitalen Höhenmodells die zeitlich-räumliche Ausbreitung einer Überschwemmung im Gelände. Die Ergebnisse sind Informationen über potenzielle Überflutungsflächen, Einstauhöhen, Fließwege und -zeiten.

floodFILL beruht auf der Idee, dass insbesondere in anthropogen geprägten Gebieten z. B. Straßen- oder Eisenbahndämme abflusslose Hohlformen bilden. Während einer Überflutung speichern diese Senken das einfließende Wasser. Die Verteilung des Wassers im Gelände wird durch das Speichervolumen der Senken und deren

Szenario: Dambruch Iller

Geographische Übersicht



Fotodokumentation Pfingsten 1999
A: Spielplatz am Illersteg



Simulationsergebnis



B: Bauernhof zwischen Sonthofen und Altstädten



Entwässerungsrichtung in benachbarte Senken gesteuert. Mit Hilfe eines Digitalen Höhenmodells kann die Gliederung einer Überflutungsfläche in natürliche und künstliche Senken dargestellt werden. Ein DHM ist somit eine ideale Grundlage für die Modellierung des zeitlich-räumlichen Verlaufes eines Überschwemmungsereignisses.

Die für das Überflutungsmodell erforderlichen Eingangsdaten sind ein Digitales Höhenmodell im Rasterformat und Zuflussdaten für jeden Zuflusspunkt. Weitere zur Modellierung benötigte hydrologische Parameter werden automatisch abgeleitet. Das an den Zuflusspunkten einlaufende Wasservolumen wird berechnet und über einen Verteilungsalgorithmus wird die zeitlich-räumliche Ausbreitung der Überschwemmung im Gelände modelliert [6].

Da floodFILL komplett datengetrieben auf das DHM aufsetzt, müssen alle Geländeelemente, die die Ausbreitungsmodellierung beeinflussen, durch das DHM repräsentiert werden. Damit kommt dem Höhenmodell-Datensatz große Bedeutung für die Qualität der Berechnungsergebnisse zu.

Ergebnisse

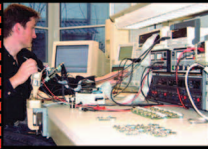

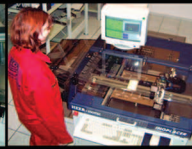

Um eine visuelle Bewertung der Qualität und Praxisnähe der durchgeführten Simulationsrechnungen zu ermöglichen, werden hier drei Fotodokumentationen des Ernstfalles den visualisierten Simulationsergebnissen der ent-


sprechenden Bereiche gegenüber gestellt (Die eingezeichneten Pfeile markieren die Blickrichtung der nebenstehenden Fotos). Die Fotos stammen von dem realen Hochwasserereignis am Pfingstwochenende 1999 [4]. Extreme Niederschläge, verbunden mit der Schneeschmelze, verursachten extreme Überschwemmungen – teilweise bis zu HQ 500.

Es soll jedoch angemerkt werden, dass zum einen das tatsächliche Hochwasser nicht exakt dem der Simulation zugrunde liegenden „Szenario“ entsprach und zum anderen die Fotos nicht alle exakt zum Höchststand des Hochwassers aufgenommen wurden. Trotz allem zeigen die Darstellungen der Simulationsergebnisse eine äußerst befriedigende Übereinstimmung mit der tatsächlichen Situation, was für die Realitätsnähe der erstellten Szenarien, die Praxisnähe der Simulationssoftware und die Qualität der Ausgangsdaten spricht.

Eignung von floodFILL für die Anwendung im vorbeugenden Hochwasserschutz und im Katastrophenmanagement

Es wurden für jeden Zeitschritt Überflutungsflächen und Überflutungstiefen im gesamten Gelände sowie Wasserstände und Volumina in den einzelnen Speicherzellen berechnet. Damit ließ sich nicht nur die maximale Ausdehnung einer Überschwemmung kartographisch darstellen,





Knowhow mit System



Hohe Qualität - Betriebssicherheit - Wirtschaftlichkeit

Füllstand


Hydrocont
Hydrostatisch kapazitiv

Pegel






Hydrolog
Datenlogger
mit GSM-Modul
mit Batteriebetrieb



Durchfluss

Flowcont
Magnetisch – Induktiv
Datenlogger
mit GSM-Modul
mit Batteriebetrieb

ACS-Control-System GmbH - Lauterbachstr. 57 - 84307 Eggenfelden - Tel. 0 87 21 / 96 68 0 - Fax. 0 87 21 / 96 68 30 - Internet: www.acs-controlsystem.de

sondern auch der räumliche und zeitliche Ablauf, in dem ein Gelände überflutet wird.

Der hydrologische Modellansatz ermöglichte kurze Rechenzeiten und ein schnelles und effektives Berechnen der verschiedenen Szenarien. Eine Kalibrierung war nicht erforderlich, weil floodFILL ein datengetriebenes Modell ist. Die Datenaufbereitung wurde im Vorfeld lediglich einmal durchgeführt. Kleinere Änderungen der Topographie konnten nachträglich unkompliziert angepasst werden. Zur Aufbereitung der Berechnungsergebnisse ließ sich marktverfügbare Software wie z. B. die ESRI-Produkte ArcView/ArcInfo/ArcGIS und Geomedia-Grid, aber auch Open-Source Software wie Grass-GIS, einsetzen.

Vorteile hochaufgelöster DHM

Hauptthema bei der Hochwasserberechnung sind die fehlenden hochgenauen Daten. Die im ATKIS (Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem) vorhandenen Höhendaten sind aufgrund der schlechten Auflösung (Höhenauflösung im Meterbereich) für die Hochwasserberechnung nicht geeignet. Die flächendeckende Verfügbarkeit hochauflösender digitaler Höhenmodelle ist in Deutschland leider noch nicht gegeben. Es sind allenfalls Teilflächen vorhanden. Da die Höhenmodelldaten jedoch von vielseitigem Nutzen sind, werden zunehmend mehr Flächen verfügbar werden. Es ist deshalb sinnvoll, sich bei den zuständigen Stellen kundig zu machen, ob entsprechende Daten für das betreffende Gebiet bereits vorliegen und kostengünstig zur Verfügung gestellt werden können.

Ausblick für die Stadt Sonthofen

Aus Sicht der Stadt Sonthofen wurden durch die Simulationsrechnungen die Praxiserfahrungen bestätigt und neue relevante Sachverhalte aufgezeigt. Wichtig waren vor allem folgende Erkenntnisse:

- Die Reaktionszeit der Einsatzkräfte bei einem Dammbruch ist mit ca. 5–15 min sehr gering.

- Daraus resultiert die Notwendigkeit Dämme bereits im Vorfeld des Ernstfalles entsprechend zu sichern, vor allem in kritischen Abschnitten.
- Präventive Maßnahmen und Vorkehrungen für eine frühzeitige Warnung der betroffenen Bevölkerung müssen getroffen werden.
- Durch Kenntnis der betroffenen Stadtgebiete bei den jeweiligen Szenarien kann die Bevölkerung im Ernstfall gezielt und rechtzeitig gewarnt werden.
- „Wasserscheiden“ sind erkennbar (z. B. Bundesstraße B 308). Es können Überlegungen angestellt werden, ob Abschottungsmaßnahmen sinnvoll wären.

Fazit: die Erkenntnisse aus den Szenarien (Dammbruch) machen deutlich, dass das Hauptaugenmerk auf Prävention gelegt werden muss. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse aus den Szenarien sind die Ziele und Aufgaben der Hochwassersimulation aus Sicht der Stadt Sonthofen erfüllt worden.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2004): Pressemitteilung vom 02. 07. 2004 „Vorbeugen statt Schäden beseitigen – Parlament verabschiedet Hochwasserschutzgesetz“
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2004): Pressemitteilung vom 03. 03. 2004 „Den Flüssen mehr Raum geben – Schäden vermeiden“
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2003): Entwurf Artikelgesetz zur Hochwasservorsorge (Entwurf eines Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes) vom 07. 08. 2003
- [4] Stadt Sonthofen (1999): Hochwasserkatastrophe in Sonthofen. Der Sonthofer, Informationsblatt der Stadt Sonthofen mit ihren Ortsteilen, Sonderausgabe Juli 1999
- [5] Mahlau, A., Diegmann, V. (2004): GIS-gestützte Ausweisung von überschwemmungsgefährdeten Flächen mit flood-FILL im Katastrophenmanagement. In: Strobl/Blaschke/Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik. Wichmann Verlag Heidelberg 2004, S. 439–444
- [6] Peter, C., Stuart, N. (1999): Modelling river floodplain inundation in space and time. In: Gittings, B. (ed.): Integrating Information Infrastructures with GI Technology. Innovations in GIS 6. CRC Press, London 1999, S. 255–267

SCHULZE
SCHULZE
Ingenieur GmbH

Wasserbau
Umweltplanung
Hochwasserschutz
Landschaftsplanung
Siedlungswasserwirtschaft

Talstraße 14
40217 Düsseldorf
info@schulze-ingenieure.de

Tel.: (0211) 9 34 45-0
Fax: (0211) 9 34 45-55
www.schulze-ingenieure.de

Weitere Informationen:

Dieter Stangassinger, 1. Kommandant, Feuerwehr Sonthofen, 87527 Sonthofen, dieter.stanggassinger@feuerwehr-sonthofen.de, www.feuerwehr-sonthofen.de
Karlheinz Pfeil, Stadt Sonthofen, Rathausplatz 1, 87527 Sonthofen, karlheinz.pfeil@sonthofen.de, www.sonthofen.de
Anna Mahlau, IVU Umwelt GmbH, Burgweg 10, 79350 Sexau, info@ivu-umwelt.de, www.ivu-umwelt.de
Michael Holzmann, Ingenieurbüro für Abfluss, Kläranlagen, Steuerung GmbH, Hindelanger Straße 35, 87527 Sonthofen, mholzmann@iaks.de, www.iaks.de
Joachim Sommer, Paul Schaad Ingenieure GmbH, j.sommer@schaad-ingenieure.de www.schaad-ingenieure.de