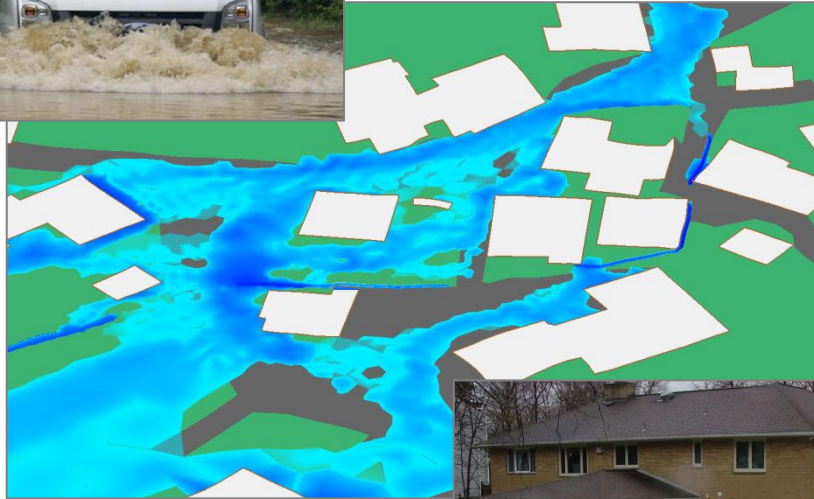




Screening und Entschärfung von Überflutungsrisiken im urbanen Raum



April 2012

Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>Einleitung</u>	<u>3</u>
<u>2.</u>	<u>Risikomanagement</u>	<u>4</u>
<u>3.</u>	<u>Fließweganalyse</u>	<u>5</u>
<u>4.</u>	<u>Detailuntersuchung</u>	<u>7</u>
<u>5.</u>	<u>Anwendungsbeispiel</u>	<u>8</u>
<u>6.</u>	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u>	<u>10</u>
<u>7.</u>	<u>Literaturnachweis</u>	<u>11</u>

1. Einleitung

Starkregenereignisse verursachen in der jüngeren Vergangenheit vermehrt Überflutungsschäden im urbanen Raum. So kam es beispielweise am 26.07.2008 in Dortmund zu erheblichen Schäden durch ein Sommergewitter mit einer Gesamtniederschlagshöhe von 200 mm in etwa 4 Stunden. Statistisch gesehen entspricht das einem Niederschlagsereignis, das einmal in 1.000 bis 10.000 Jahren auftritt (SCHLENKHOF & OERTEL, 2009). Weitere starke Schäden waren in den letzten Jahren auch etwa in Gelsenkirchen, Wuppertal oder Solingen zu verzeichnen.

Trotz des subjektiven Empfindens und der vermehrten Präsenz in den Medien, ist eine Zunahme der Sommerereignisse statistisch noch nicht endgültig nachweisbar. So werden stark lokal begrenzte Frontgewitter durch das Netz der Regenschreiber nicht oder nicht gänzlich aufgezeichnet. Der Aufzeichnungszeitraum der Radarniederschlagsdaten reicht für eine belastbare Statistik bislang nicht aus. Eine Untersuchung von Winterereignissen im Zeitraum zwischen 1901-2003 ergab jedoch, dass die Überschreitungswahrscheinlichkeit von starken Niederschlägen (hier: ≥ 300 mm) von 1,1% auf 24,6% angestiegen ist (SCHÖNWIESE, 2007). GRIESER & BECK (2003) kommen nach einer Analyse der vorliegenden Wetterdaten zu dem Schluss, dass die Anzahl der Starkregen im Winterhalbjahr im Zeitraum 1901-2000 um 46% und die Niederschlagssummen solcher Ereignisse um 74% gestiegen sind. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Untersuchungen des Kooperationsvorhabens KLIWA (Klimawandel, Klimaschutz, Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) des DWD. Demnach kommt es zu trocke-

neren Sommern und feuchteren Wintern. Die Betrachtung von Starkniederschlägen (hier ≥ 30 mm/d) ergab, dass diese in den Wintermonaten an Häufigkeit zunehmen. Auch hier fiel die Betrachtung der Sommerereignisse bisher indifferent aus (RUDOLF et al., 2009).

Naheliegender ist hier ein Zusammenhang mit der globalen Erderwärmung. So steigt mit der Lufttemperatur auch die Sättigungsfeuchte der Luft, sodass mehr Feuchtigkeit transportiert wird. Gleichzeitig wächst der Temperaturunterschied zwischen Kalt- und Warmfronten, was die Wahrscheinlichkeiten stärkerer Frontgewitter steigert (SCHMITT & WORRESCHK, 2011). Auch wenn dieser Zusammenhang insbesondere für Sommerereignisse noch nicht abschließend geklärt ist, besteht ein großer Handlungsbedarf auf Regenerereignisse, wie das eingangs beschriebene, zu reagieren. Dafür bedarf es neuartiger Screening-Methoden, die Gefahren- und Risikopotentiale aufdecken. Ein geeignetes Werkzeug bildet hier die Fließweganalyse und Abflussakkumulation insbesondere für großflächige Betrachtungen. Stellen sich dabei Bereiche mit hohen Risikopotentialen heraus, können Detailuntersuchungen helfen die lokalen Abläufe zu verstehen und etwa mit baulichen Maßnahmen oder gezielter Aufklärung der Betroffenen zu reagieren. Im Folgenden sollen die Methoden, die im Ingenieurbüro Reinhard Beck bereits zur praktischen Anwendung kommen, vorgestellt und erläutert werden.

2. Risikomanagement

Die Betrachtung von Risikopotentialen aus einer Überschneidung aus Gefahr und Verletzlichkeit (Vulnerabilität) von Mensch, Bebauung und Infrastruktur findet im Umgang mit Flusshochwasser bereits Anwendung. Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen Gefahr, Vulnerabilität und Risiko. Demnach werden Überschwemmungen, die aus einem Starkregenereignis resultieren (Gefahrenpotential) erst zu einem Risiko, wenn sie überhaupt auf Vulnerabilität stoßen. Beispiele hierfür wären Krankenhäuser oder Stromverteilerkästen innerhalb von gefluteten Senken.



Abbildung 1: Risikodefinition nach DKKV (2003)

So kann sowohl die Hochwasserbewältigung, als auch die Hochwasservorsorge ständig verbessert werden. Es ist also nur sinnvoll dieses Instrument des Risikomanagements auf den urbanen Raum zu übertragen. Eine verbesserte Kenntnis über mögliche Risikopotentiale erlaubt ein gezieltes Vorgehen in den Bereichen Vorsorge, Bewältigung und Regeneration. Besonderes Augenmerk sei aus Sicht der planenden Ingenieure auf die Vorsorge gelenkt. Nach LAWA (2010), SCHMITT & WORRESCHK (2011) setzt sich diese zusammen aus:

- Flächenvorsorge
z.B. kein Ausweisen von gefährdeten Flächen als Bauland

- Abflussminderung
z.B. durch Entsiegeln von Flächen, Bau von dezentralen Versickerungsmulden, Querbewirtschaftung von Ackern
- Technische Maßnahmen zum Überflutungsschutz
z.B. durch den Bau von Rückhalteräumen im Gewässer und Kanal, erweiterte Speicherkapazität vorhandener Kanäle, Optimierung von Straßeneinläufen und Straßenprofilen
- Technischer Objektschutz
z.B. durch Dammbalkensysteme an Türen und Fenstern, Rückstauklappen in Abwasserrohren, sicheres Platzieren von empfindlichen Gegenständen oder Elektrik
- Risikovorsorge
z.B. durch Rücklagen für den Schadensfall, geeignete Versicherungen
- Verhaltens- und Informationsvorsorge
z.B. durch Aufklärung der betroffenen Anwohner, Verhaltenstraining für den Ernstfall

In allen Bereichen der Vorsorge ist das Ingenieurbüro Reinhard Beck planend und beratend tätig.

Analog zur Betrachtung von Hochwasserfällen können Gefahren- und Risikopläne den Bedarf an Vorsorgemaßnahmen aufzeigen. Gleichzeitig ermöglicht eine Priorisierung der Risikopotentiale den Einsatzkräften im Ernstfall ein gezieltes Handeln. Werden besonders sensible Punkte aufgedeckt, können Detailbetrachtungen helfen, die lokale Situation besser zu verstehen, um geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Häufig sind Regenwasserkanäle bzw. Straßeneinläufe limitierende Faktoren, die für einen verstärkten Oberflächenabfluss bei Starkregenereignissen sorgen. So erga-

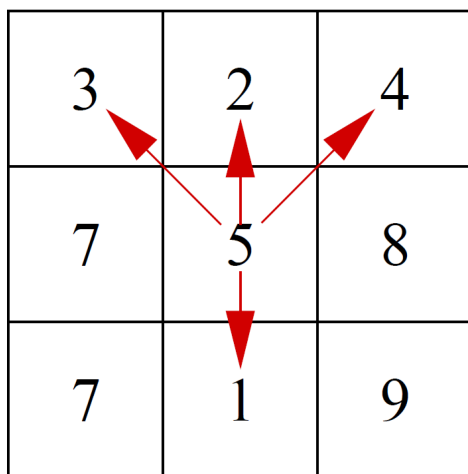
ben Untersuchungen in Kooperation mit der Bergischen Universität Wuppertal und den Technischen Betrieben Solingen, dass bei einem Längsgefälle von 12% und einer Wassermenge von $Q = 30 \text{ l/s}$ ein Straßeneinlauf nahezu vollständig überströmt wird (OERTEL et al., 2011). Gleichzeitig darf es an Schachtbauwerken im Kanalsystem nach DIN EN 752 (2008) statistisch gesehen 1 Mal in 20 Jahren zu einer Überflutung kommen. Oft ist eine Dimensionierung der Kanäle für wesentlich seltenere Ereignisse bautechnisch oder wirtschaftlich unmöglich. Daher kommt zukünftig der Einbeziehung der Straßenoberflächen zur Abführung von Regenwasser und der Optimierung von Einlaufbauwerken und Straßeneinläufen, sowie dem technischen Objektschutz eine besondere Bedeutung zu. Gleichzeitig wird eine Sensibilisierung der betroffenen Anwohner zunehmend wichtiger, denn ein wesentlicher Grundsatz des Risikomanagements ist trotz Vorsorgemaßnahmen der Städte, Kommunen und Gewässerverbände: Einen hundertprozentigen Schutz vor Überflutungen kann und wird es nicht geben.

3. Fließweganalyse

Zur Bestimmung der Fließwege bedarf es einer detaillierten Abbildung der Geländeoberfläche. Als Datengrundlage dient hier ein digitales Geländemodell (DGM) aus Laserscanbefliegungen. Die höchste Dichte an Punktinformationen bietet hier das DGM-1L mit etwa 1-4 Punkten/m². Mit einem im Ingenieurbüro Beck entwickelten Algorithmus auf Basis einer Kriging-Interpolation wird aus dieser Punktinformation ein quadratisches Raster-DGM mit einer Rasterweite von bis zu 25 cm interpoliert. Gebäude werden entweder aus dem Modell ausgestanzt oder unter Heranziehen der Dachhöhen dreidimensional nachgebildet. So wird gewährleistet, dass sie als undurchströmbare Hindernisse abgebildet werden. Gleichzeitig sind Durchlässe, wie Unterführungen oder Brücken ins Modell einzupflegen, da sonst unplausible Senken und Fließhindernisse entstehen.

Um großflächig plausible Aussagen über Fließwege treffen zu können, bedarf es eines effizienten Algorithmus, mit dem das Modell rasterzellenweise belegt wird. Da hydraulische zweidimensionale Berechnungen, etwa mit tiefengemittelten Flachwassergleichungen, extrem rechenaufwendig sind, wird hier auf eine Niederschlagsakkumulation zurückgegriffen. Diese Berechnung erfolgt mit dem im Ingenieurbüro Beck entwickelten „MaGriCom“-Toolset. Diese Tools basieren auf dem TerraFlow-Algorithmus, der an der Duke University (Durham, North Carolina) entwickelt wurde (ARGE et al., 2003). So wird unter anderem der Grafikprozessor als Mehrkernprozessor mit für die Berechnung herangezogen, um Rechenzeit zu sparen.

Die Ermittlung der Fließwege und der Abflussakkumulation erfolgt in vier Arbeitsschritten. Zunächst wird die 3-dimensionale Lage jeder Rasterzelle im Verhältnis zu den Nachbarzellen bestimmt. So kann eine Zelle entweder Teil eines Plateaus, Teil einer Senke, Teil einer geneigten Fläche sein oder Abflusspunkt (Spill-point) einer Senke sein. Mit diesen Informationen können im zweiten Schritt Senken identifiziert werden und bis zu ihrem jeweiligen Abflusspunkt gefüllt werden. Da die Berechnung der folgenden Schritte in Senken nicht funktionieren würde, wird aus den ausgefüllten Senken ein neues DGM erstellt, das demnach nur noch aus Plateaus und geneigten Flächen besteht. Auf Basis dieses Geländemodells werden im nächsten Arbeitsschritt die Fließrichtungen bestimmt. Die Berechnung dieses Schrittes erfolgt auf Basis einer sogenannten Multiflow-Directions-Methode (MFD), die die Fließrichtungen in Abhängigkeit der Geländebeschaffenheit bestimmt. So entwässert eine Rasterzelle in alle der 8 Nachbarzellen, die eine geringere Geländehöhe aufweisen. Abbildung 1 stellt die Funktionsweise der MFD-Methode dar.



(Quelle: Arge et al., 2003)

Abbildung 2: MFD-Methode

Im Vergleich zu Methoden, bei denen ausschließlich in die Nachbarzellen mit der niedrigsten Geländehöhe entwässert wird, stellen sich bei der MFD-Methode realistischere Fließwege ein (Vergleiche und Beispiele u.a. in SEIBERT & McGLYNN, 2007). Analog zu der Bestimmung der Abflussrichtungen können nun im vierten Schritt entsprechend der Geländeneigung die Flächenanteile bestimmt werden, die in die 8 Nachbarzellen entwässern. So kommt es zur Akkumulation der Flächenanteile in den Hauptfließwegen. Demnach handelt es sich nicht um eine hydraulische Berechnung, die Informationen über Fließtiefen oder -geschwindigkeiten gibt, sondern um eine Darstellung der Fließwege und der in diese entwässernden Flächen. Das Wissen um diese Fließwege als Gefahrenpotential ermöglicht ein Verschneiden mit Informationen über sensible Stellen im urbanen Umfeld. Gemeinsam mit der Identifikation von Senken aus dem zweiten der vier Berechnungsschritte stellen sich kritische Stellen heraus. Um effektive Vorsorgemaßnahmen zu treffen, können diese Punkte in 2D-Hydraulikmodellen detailliert abgebildet werden.

In der Abbildung 3 sind die aus der Abflussakkumulation hervorgehenden Fließwege zu sehen.

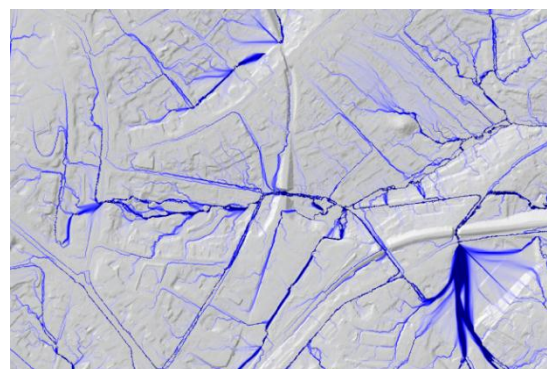


Abbildung 3: Abflussakkumulation und Darstellung Fließwege

4. Detailuntersuchung

Sind hohe Risikopotentiale auszumachen, kann eine Detailuntersuchung eines bestimmten Bereiches sinnvoll sein. Hier können die ermittelten Fließwege detaillierter mit hydrodynamischen Fließformeln untersucht werden. So erhält man für diesen Bereich nicht mehr die angebundene Fläche, sondern Größen, wie etwa die Fließgeschwindigkeiten oder die Fließtiefen im Modell. Anders als bei den großräumigen Fließweganalysen werden hier unregelmäßige Netze verwendet, die sowohl Dreiecks- als auch Viereckselemente enthalten können. Die im Ingenieurbüro Beck entwickelten Tools zur Netzerstellung bieten die Möglichkeit bewegtes Gelände bzw. Geländesprünge möglichst detailliert mit kleinen Elementen abzubilden, während ebenes Gelände mit größeren Elementen abgebildet wird. Neben der Einteilung nach Geländeneigung können auch lokale Hotspots definiert werden, die detaillierter abgebildet werden als das Umland. Die hierfür verwendeten Kriging-Interpolations-Algorithmen stellen gleichzeitig sicher, dass die von der Berechnungssoftware geforderten Bedingungen, wie die maximale/minimale Größe der Innenwinkel oder Anzahl der Elemente an einem Knotenpunkt, eingehalten werden. So wird zeit- und kostenaufwendiges Nacharbeiten im Rechenetz verhindert. Für die grafische Darstellung und als Erweitern der Netze, etwa durch einen detaillierten Flussschlauch aus aufgemessenen Profilen, verwendet das Ingenieurbüro Beck die Software Surface-waterModelling System (kurz SMS).

Die Berechnung der Fließformeln und die Ergebnismittlung erfolgt auf Basis einer Finite-Volumen-Methode in HYDRO_AS-2D. Hier geht es aus der instationären Berechnung für jeden Kno-

tenpunkt im Netz und für jeden Zeitschritt ein Wert (bspw. Fließgeschwindigkeit) hervor. Die Berechnung erfolgt auf Basis einer tiefengemittelten Flachwassergleichung. Die instationäre Berechnung ermöglicht zum einen das Einspeisen einer Abflusswelle etwa aus einem Wasserbilanzmodell und zum anderen das flächige Berechnen des Gesamtmodells. Zweiteres ist ein sinnvoller Ansatz für die Abflussdynamik im städtischen Bereich.

Eine detaillierte Betrachtung der Überflutungsflächen aus Überstauschächten bietet die im Ingenieurbüro Reinhard Beck genutzte Software GeoCPM. Diese gekoppelte Modelltechnik verbindet Kanal- mit Oberflächenhydraulik. So wird im Fall eines Überstauschachtes unter Berücksichtigung der Bordsteinkante an der Oberfläche zunächst eine 1D-Hydraulik gerechnet. Erst wenn die Fließtiefe die durch Bordsteine und Straßenoberflächen begrenzten Profile übersteigt und das Wasser in die Fläche geht, erfolgt eine zweidimensionale Berechnung mit tiefengemittelten Flachwassergleichungen. Darüber hinaus bietet auch dieses Modell die Möglichkeit der flächigen Berechnung.

Unabhängig von der verwendeten Modelltechnik liegen auf Basis detaillierter Untersuchungen Informationen über die Fließtiefen, Strömungsrichtungen und -geschwindigkeiten vor. Indikatoren, wie etwa die Sturznummer (ABT et al; (1989), OERTEL (2007)) geben daraufhin Auskunft über Gefährdung von Mensch und sensible Infrastruktur.

Genauere Kenntnisse über Wasserstände liefern die Grundlage für bauliche Anpassungen am Objekt, im Gebäude oder auf der Straßenoberfläche.

5. Anwendungsbeispiel

Optimierung eines Straßenquerschnitts im Bergischen Land.

Da im Zuge einer Erschließungsmaßnahme einer Ortslage im Bergischen Land eine klassische Regenwasserableitung im Trennsystem nicht möglich war, entschied man sich von vornherein für eine Ableitung des Niederschlagswassers über die Straßenoberfläche. Die Ortslage wird durch einen Bach durchflossen. Durch zahlreiche Verrohrungen ober- und innerhalb der Ortslage kam es bisher zum Rückstau und zur Ausuferung des Gewässers (Abbildung 5). Da eine Vergrößerung der Bachverrohrungen nicht möglich war, musste neben dem Niederschlagswasser demnach auch das Bachwasser geordnet über die Straßenoberfläche abgeleitet werden, ohne an der angrenzenden Bebauung Schäden anzurichten.

Um genau ausmachen zu können, und um das Modell zu plausibilisieren, wurde zunächst der Ist-Zustand abgebildet. Zur Bestimmung der hydrologischen Belastung wurde der Bereich des Einzugsgebietes des Bachs mittels NASIM in einem Wasserbilanzmodell abgebildet. So konnte ein HQ_{100} von etwa 540 l/s errechnet werden. Die aus dieser Belastung ermittelten Überflutungsflächen und Fließwege decken sich mit den Angaben der Anwohner. Das obere Video auf <http://www.ibbeck.de/DE/5236/Aktuell2DFilme.php> zeigt den Abfluss der HQ_{100} -Welle im Ist-Zustand. Deutlich sind hier der Aufstau oberhalb der Ortslage und die Ausuferungen innerhalb der Ortslage zu erkennen.

Auf Basis der aus dem Ist-Zustand gewonnenen Informationen wurde für den Planungszustand zunächst der Durchfluss in der Ortslage auf die

bordvolle Leistungsfähigkeit des Gerinnes gedrosselt. Dies betrug im Zusammenhang mit kleinen baulichen Änderungen etwa $Q = 320$ l/s. Somit waren weitere $Q = 220$ l/s über die Straße abzuführen. Eine Anbindung der Dachflächen zeigte, dass die wesentlich schneller zum Abfluss kommenden Anteile der Dächer bzw. Straßen sich nicht negativ mit der Hochwasserwelle aus dem Gewässerüberlagern. Auf Basis von Versuch und Irrtum wurde in zahlreichen Iterationsschritten der Straßenquerschnitt sukzessive angepasst. Um eine größtmögliche Genauigkeit zu erreichen, wurden terrestrisch aufgemessene Höhendaten ins Modell eingepflegt. Für den neuen Straßenquerschnitt war es wichtig eine Querneigung von 2,5% einzuhalten und gleichzeitig kleinstmögliche Höhendifferenzen an Hauswänden und Mauern im Vergleich zum Ist-Zustand zu erzeugen. Die folgende Abbildung zeigt das Rechnetz des Planungszustandes.

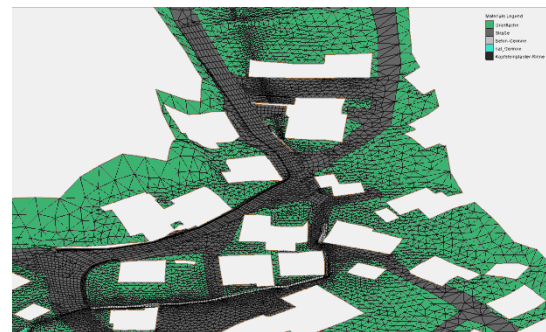


Abbildung 4: Rechnetz im Planungszustand

So wurde auf der hangabwärts gesehenen rechten Straßenseite eine 5 cm tiefe Entwässerungsrinne geplant. Über eine Verwindungsstrecke wird das Wasser im unteren Teil der Ortslage auf die andere Straßenseite geführt, um an der Kurveninnenseite entlang zu fließen. Über Straßeneinläufe und ein umgestaltetes Einlaufbauwerkes wird das Wasser dem Bach zugeführt. Das untere Video auf <http://www.ibbeck.de/DE/5236/Aktuell2DFilme.php> zeigt die hydrodynamische Simulation

des Planungszustandes für die HQ₁₀₀-Welle. Die Situation konnte deutlich entschärft werden und das Wasser kann schadlos wieder dem Gewässer zugeführt werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Situation im Ist- und Planungszustand jeweils für ein HQ₁₀₀.

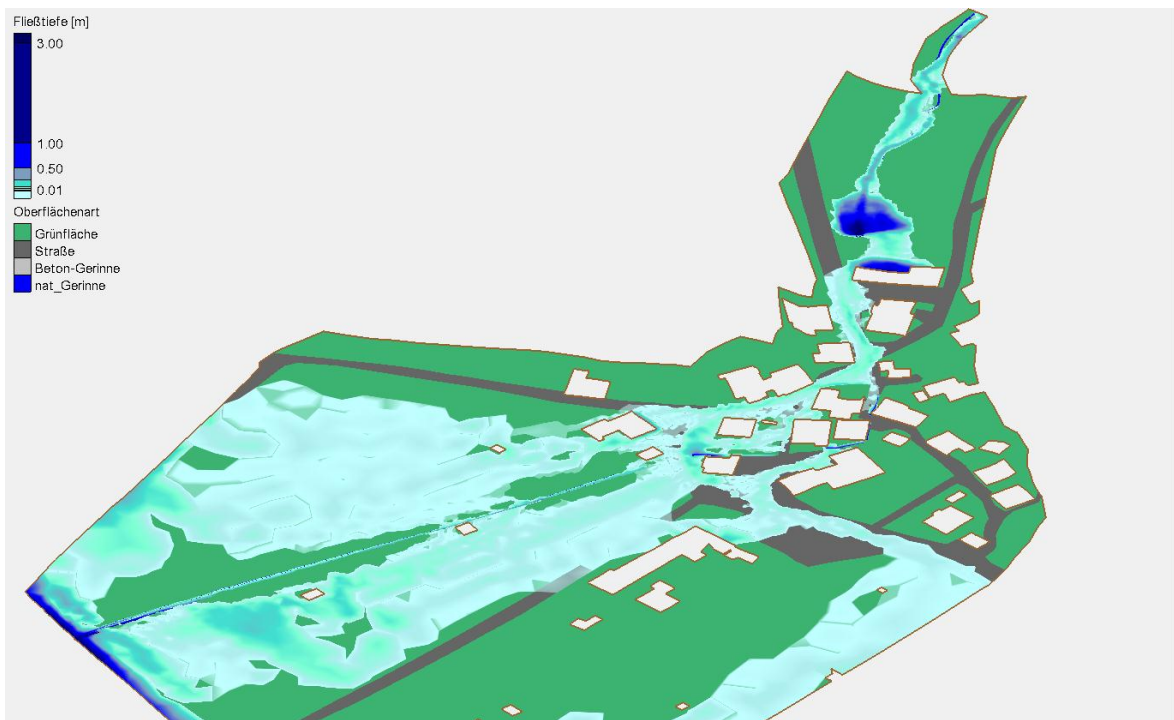


Abbildung 5: Ist-Zustand

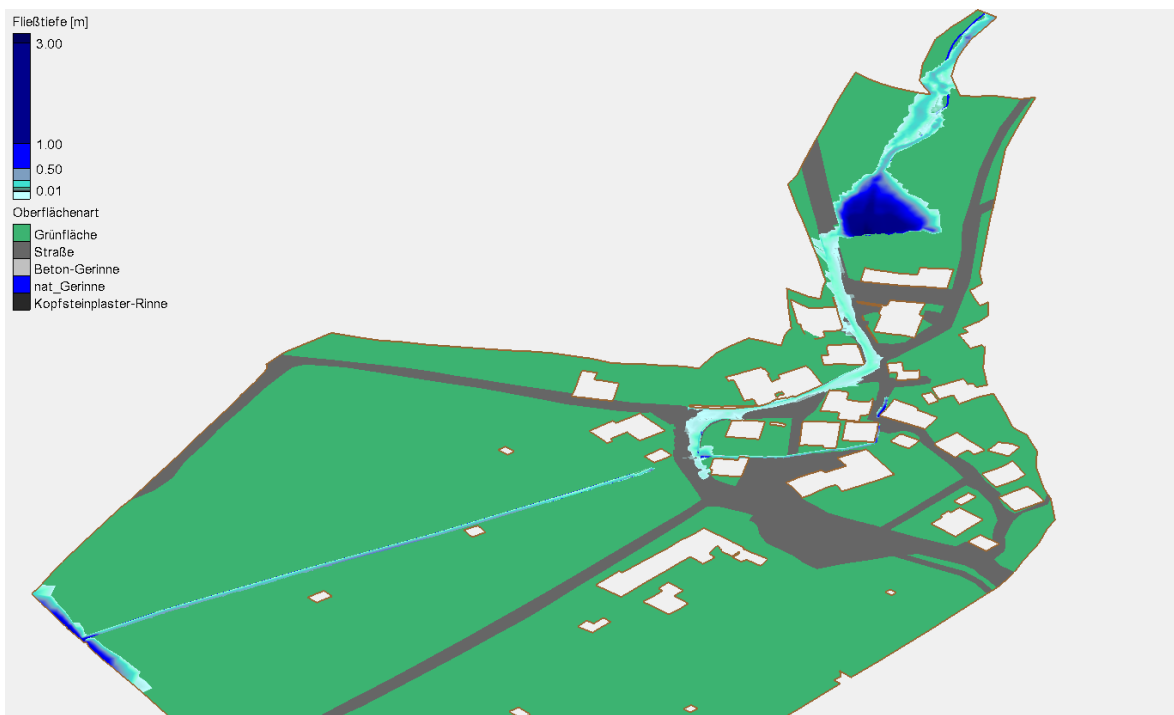


Abbildung 6: Planungszustand

6. Zusammenfassung und Ausblick

Über die Kombination von großflächigen Fließweganalysen, Ermittlung von Risikopotentialen und Detailuntersuchungen im urbanen Raum können gezielt Risiken aufgezeigt und, wie am Beispiel aus dem Bergischen Land dargestellt, entschärft werden. Gleichzeitig ermöglicht das Identifizieren von Risiken ein effizientes Risikomanagement und liefert wichtige Entscheidungshilfen für Einsatzkräfte und Behörden im Ernstfall.

Besteht zukünftig die Möglichkeit, dass Rechenetze mit instationären Regenerereignissen beaufschlagt werden, die regional typischen Ausprägungen entsprechen, können Einsatzkräfte auf Basis dieser Ergebnisse möglicherweise effizienter agieren und haben eine – wenn auch geringe – Vorwarnzeit. Eine Verknüpfung von hydrologischen und hydraulischen Aspekten in der Modelltechnik kann zu präziseren Ergebnissen führen. Außerdem wird mit zunehmend schnelleren Rechensystemen und verbesserter Modelltechnik eine großflächigere Betrachtung der Oberflächenhydraulik möglich.

Je nach Fragestellung stehen dem Ingenieurbüro Reinhard Beck verschiedene Verfahren und Rechenmodelle zur Verfügung, die zum Teil im Hause ständig weiter entwickelt werden. So können für die individuellen Problemstellungen optimale Ergebnisse erzielt werden.

Aufgestellt:

Wuppertal, April 2012

Sebastian Czickus

7. Literaturnachweis

- Abt, S.R. et al. (1989): *Human stability in a high flood hazard zone*, Water Resources Bulletin, American Water Resources Association, Vol. 25
- Arge, L. et al. (2003): *Flow Computation an Massive Grids*, Duke University, Durham
- DIN EN 752 (2008): *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden*, Deutsches Institut für Normen
- Grieser, I. & Beck, C. (2002): *Extremniederschläge in Deutschland - Zufall oder Zeichen*, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2002 (S. 141-150)
- LAWA (2010): *Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen*, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
- Oertel (2007): *Analyse der Flutung unterirdischer Bauwerke in flussnahen urbanen Regionen nach Versagen der Hochwasserschutzanlagen*, Dissertation, Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich Wasserbau & Wasserwirtschaft
- Oertel, M. et al. (2011): *Entwicklung einer Methode zur Gefährdungsabschätzung für urbane Räume durch Starkregenniederschläge und/oder Überlastung der Kanalisation*, Bericht für das Ingenieurbüro Reinhard Beck
- Rudolf, B. et al. (2009): *Klimamonitoring für KLIWA*, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), KLIWA-Berichte, Heft 15 (S. 97-106)
- Schlenkhoff, A. & Oertel, M. (2009): *Über Starkregen und Sturzfluten*, BKW Output-Ausgabe II/2009
- Schmitt, T.G. & Worreschk (2011): *KRisMa - Kommunales Risikomanagement „Überflutungsschutz“*. TU Kaiserslautern, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
- Schönwiese, C.-D. (2007): *Wird das Klima extremer? Eine statistische Perspektive*, in Endlicher, W. & Gerstengarbe, F.-W. (Hrsg.): *Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*, Deutsche Gesellschaft für Geografie (S. 60-66)
- Seibert, I. & McGlynn, B.L. (2007): *A new triangular multiple flow-direction algorithm for computing upslope areas from gridded digital elevation models*, Water Resources Research, Vol. 43

Info 15 „Siehste, geht doch nicht ...“ Probleme und ihre Lösungen bei der Inbetriebnahme von Retentionsbodenfiltern und bewachsenen Versickerungsmulden
Mai 2003

Info 16 Von einem der auszog das Dichten zu lernen. Inspektion, Sanierung und Instandhaltung von Grundstücksentwässerungsanlagen
Juli 2004

Info 17 Fremdwasser, Bachwasser, Reinwasser, Drainwasser..... ableiten darf auch Spaß machen
Wiederherstellung Leyerbach
März 2006

Info 18 Fünf Jahre Betrieb eines hochbelasteten Retentionsbodenfilters
August 2006

Info 19 „Durchführbarkeitsstudie zur Abwasserbeseitigung in der ländlichen Region Galați“ (Rumänien)
März 2008

Info 20 Wasserwirtschaftliches Denken und Handeln unter dem Einfluss des Klimawandels
Mai 2009

Info 21 Die automatische Kalibrierung von zwei Niederschlag-Abfluss-Modellen
August 2009

Info 22 Alles dicht, oder was??? Pilotprojekt Billerbeck Sanierung der

Grundleitung
Dezember 2009

Info 23 Vorplanung zur Umgestaltung der Wupper im Wuppertaler Stadtgebiet
September 2010

Info 24 Gewässerentflechtungskonzept Essen Stelle Eickenscheidter Bach und das Grendbachsystem
September 2010

Info 25 Rasterfahndung – Dem Oberflächenwasser auf der Spur
Juni 2011

Info 26 Screening und Entschärfung von Überflutungsrisiken im urbanen Raum
April 2012

Fax-Antwort:

Fax-Nr.: 0202 246 78-44

Firma: _____

Name: _____

Straße: _____

PLZ/Ort: _____

Email: _____

Bitte schicken Sie mir noch folgende Infos zu

Nr.: _____
