

**Förderprogramm des BMBF:
Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)**

Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)

Ergebnisse des Forschungsvorhabens

Abschnitt E: Fallstudien und Untersuchungsschwerpunkte



im Auftrag des

Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Aachen, Dezember 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhalt

Aachen

Berlin

Braunschweig

Deidesheim

Gehren/Wolfsberg

Hamburg

Haslach/Hofstetten

Hersbruck

Landau

Lohmar

Lübeck

Meschede

Paderborn

Starnberg

Zwickau



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Lübeck

Teil A: Analyse

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil A: Analyse	3
1 Ortsbeschreibung.....	3
1.1 Geografie, Lage und Naturraum.....	3
1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur	5
1.3 Böden und Geologie.....	8
1.4 Topographie	9
1.5 Klima.....	10
1.6 Entwässerungsstruktur	10
1.6.1 Natürliche Gewässer	10
1.6.2 Kanalisation	11
2 Ereignisse.....	12
2.1 Ereignisdokumentation	12
2.2 Vorhersage und Vorwarnung	13
2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände.....	13
2.4 Abfluss und Überflutungen	15
3 Schadensbeschreibungen	16
3.1.1 Personenschäden.....	16
3.1.2 Gebäude.....	16
3.1.3 Infrastruktur	16
3.1.4 Sonstiges.....	16
3.2 Schadenshöhe und -kosten	17
4 Hochwasserbewältigung: Handlungsabläufe und Maßnahmen.....	17
4.1 Zuständigkeiten, Zusammenarbeit, Information	17
4.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen an Objekten	18
4.3 Schadensbehebung	18
5 Kommunale Risikoanalyse.....	18
5.1 Überflutungsgefährdung und Risiko	18
5.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser	21
6 Vorsorgemaßnahmen	22
6.1 Vorsorgemaßnahmen vor dem Ereignis	22
6.2 Flächenvorsorge	22
6.3 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen.....	26
6.4 Technische Maßnahmen.....	26
6.5 Bauvorsorge	27
6.6 Risikovorsorge	27
6.7 Informationsvorsorge	27
6.8 Verhaltensvorsorge	28
7 Quellen.....	29
7.1 Interviewdaten.....	29
7.2 Weitere Kontaktpersonen.....	29
7.3 Literatur.....	29
7.4 Verwendete Daten	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Administrative Lage der kreisfreien Hansestadt Lübeck.....	3
Abbildung 1-2:	Stadtteilübersicht Hansestadt Lübeck.....	4
Abbildung 1-3:	Flächennutzung nach CORINE Land Cover 1996	6
Abbildung 1-4:	Topografie und Bau- und Nutzungsstruktur von Lorenz-Süd	6
Abbildung 1-5:	Topografie und Bau- und Nutzungsstruktur von Lorenz-Nord	7
Abbildung 1-6:	Topografie und Bau- und Nutzungsstruktur von Kücknitz / Roter Hahn	7
Abbildung 1-7:	Versickerungseigenschaften und Grundwasserstände im Stadtgebiet von Lübeck	8
Abbildung 1-8:	Höhenverhältnisse der Stadt Lübeck	9
Abbildung 1-9:	Gewässernetz und Einzugsgebiete (ab 10 km ²) im Stadtgebiet von Lübeck abgeleitet aus einem Digitalen Geländemodell	10
Abbildung 1-10:	Karte des Entwässerungssystems	11
Abbildung 2-1:	Niederschlagssumme vom 17.07.2002 – 18.07.2002	14
Abbildung 2-2:	Niederschlagsverteilung aus nicht angeeichten Radardaten	15
Abbildung 3-1:	Feuerwehreinsätze (Ausschnitt) in den Stadtteilen St. Lorenz und St. Gertrud.....	16
Abbildung 3-2:	Feuerwehreinsätze im Stadtteil Kucknitz am 01.08. und am 11.08.2002.....	16
Abbildung 5-1:	Auszug aus der vorläufigen Einschätzung der HW-Risiken für das Land Schleswig Holstein	19
Abbildung 5-2:	Höhenschichten im potenziellen Überflutungsgebiet der Trave.....	21
Abbildung 5-3:	Abfluss- und Überflutungsberechnungen mit SAGA	22
Abbildung 6-1:	Carlebachpark im Hochschulstadtteil Lübeck	23
Abbildung 6-2:	Carlebachpark im Hochschulstandort Lübeck mit probeweise eingestautem Niederschlagswasser.....	24
Abbildung 6-3:	Ausschnitt aus dem B-Plan Nr. 09.04.00 Hochschulstadtteil, Teilbereich II vom 16.03.2003, Festsetzung von Notabflusswegen.....	24
Abbildung 6-4:	Bebauungsplan 09.16.00 – Kronsfordter Landstraße / Vorrader Straße – Rothebek.....	25
Abbildung 6-5:	Hochwasser- und Sturmflutinformationssystem des Landes.....	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Flächennutzung Lübeck.....	5
Tabelle 1-2:	Alter des Kanalnetzes	11
Tabelle 1-3:	Kenndaten des Kanalnetzes in Lübeck	12
Tabelle 2-1:	Extreme Niederschlagshöhen der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten T=a (Jahre), Mai-September (KOSTRA-DWD 2000). Die dargestellten Werte sind Mittelwerte mehrerer KOSTRA-Kacheln im Stadtgebiet von Lübeck.....	15
Tabelle 3-1:	Geschätzte Schadenshöhe mit den Einheitswerten.....	17

Teil A: Analyse

1 Ortsbeschreibung

1.1 Geografie, Lage und Naturraum

Die Hansestadt Lübeck ist eine kreisfreie Stadt im Südosten des Bundeslandes Schleswig-Holstein an der Landesgrenze zu Mecklenburg-Vorpommern. Lübeck ist mit rund 214.000 Einwohnern (ca. 990 Einwohnern pro km²) die zweitgrößte Stadt in diesem Bundesland. Zum Ballungsraum Lübeck gehören die angrenzenden Städte und Gemeinden Stockelsdorf, Bad Schwartau, Ratekau und Groß-Grönau mit weiteren 70.000 Einwohnern. Das Stadtzentrum liegt auf einem Höhenrücken zwischen Trave und Wakenitz. Über Trave und Lübecker Bucht ist die Stadt mit der Ostsee verbunden.

Das Stadtgebiet Lübecks ist in 10 Stadtteile gegliedert. Hauptsiedlungsgebiete innerhalb der Stadt sind Lübeck-Innenstadt mit den sich anschließenden Stadtteilen St. Lorenz, St. Gertrud, St. Jürgen und Buntekuh sowie nordöstlich anschließend die Ortsteile Schlutup, Kücknitz und Travemünde.

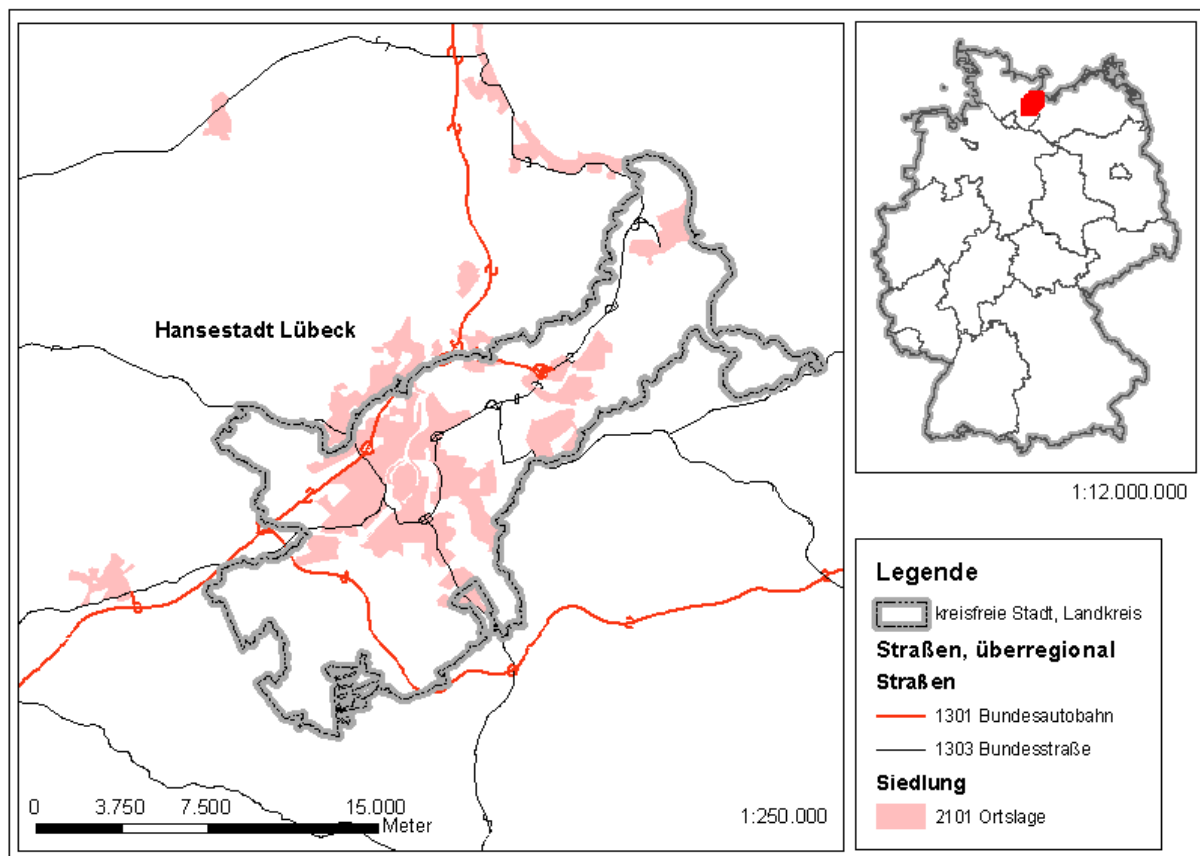


Abbildung 1-1: Administrative Lage der kreisfreien Hansestadt Lübeck

Quelle: eigene Darstellung, Grundlage DLM 250

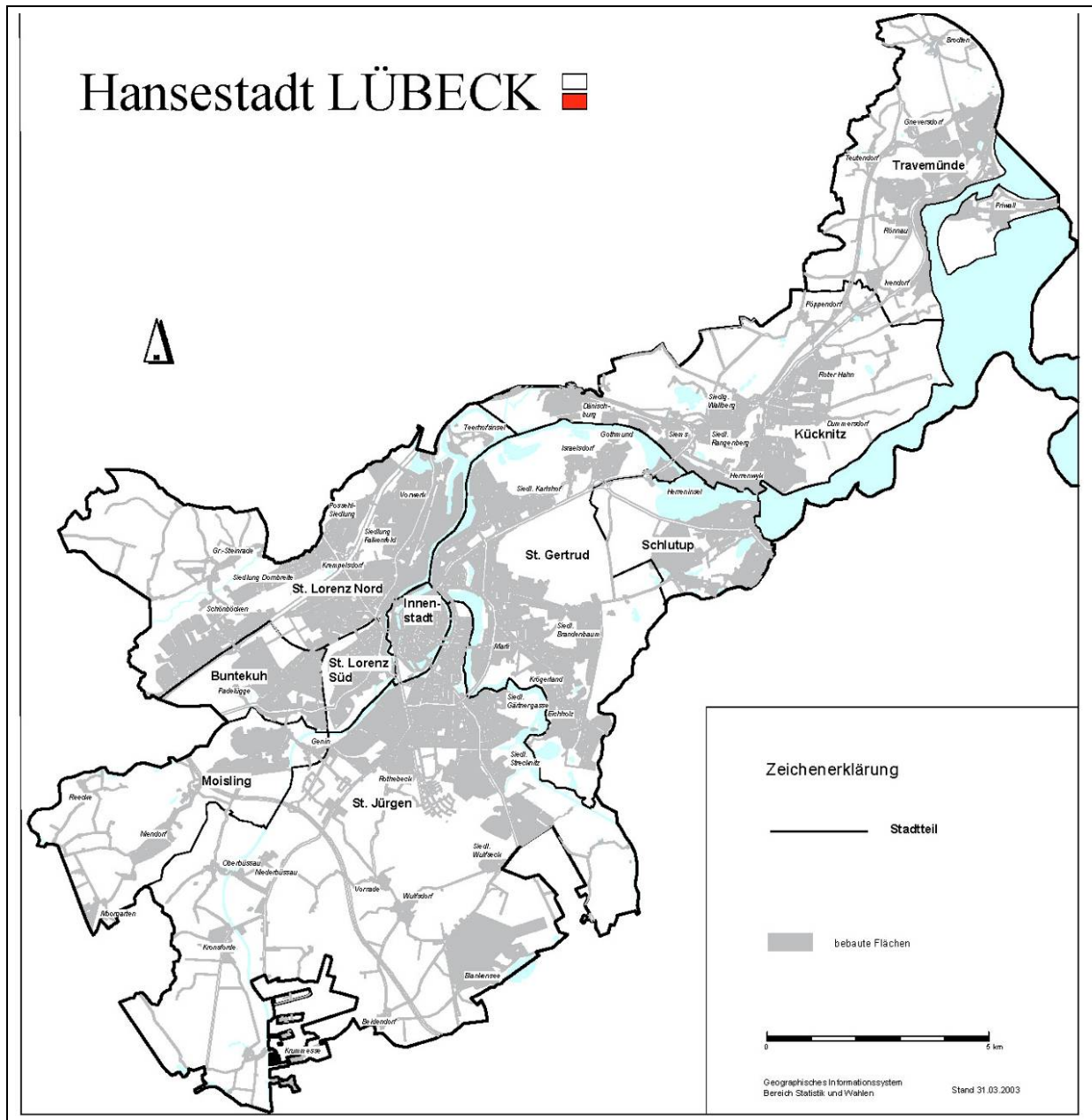


Abbildung 1-2: Stadtteilübersicht Hansestadt Lübeck

Quelle: Hansestadt Lübeck, Geografisches Informationssystem, Bereich Statistik und Wahlen (Stand 31.03.2003)

Die Stadt gehört zur Großlandschaft Norddeutsches Tiefland und zum Naturraum Schleswig-Holsteinisches Hügelland. Die Landschaft ist geprägt von der Weichseleiszeit (Pleistozän) mit einer Abfolge von Hügeln und Seen (Lauenburger Seenplatte).

1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur

Lübeck geht auf slawische Ansiedlungen im 7. Jahrhundert zurück und wird erstmals im 11. Jahrhundert urkundlich erwähnt. Die geografische Lage an der Trave, die kurz vor Travemünde den Baltischen Höhenrücken durchbricht, begünstigte die Entwicklung der Stadt als Ostseehafen und begründete ihren rasanten Aufstieg zum nord-europäischen Machtzentrum des Mittelalters. Das Stadtgebiet Lübecks ist seit 1972 in 10 Stadtteile gegliedert, die in sich in weitere 35 Stadtbezirke unterteilt sind.

Die Innenstadt ist der älteste und flächenmäßig kleinste Stadtteil; sie liegt hauptsächlich auf der Altstadtinsel zwischen Trave und Wakenitz. Die Innenstadt beherbergt den weitgehend erhaltenen mittelalterlichen Siedlungskern mit traditionellen Gänge- und Kaufmannshäusern.

Westlich des Holstentors liegen die beiden Vorstädte St. Lorenz-Nord und St. Lorenz-Süd, die Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts für die Unter- und Mittelschicht errichtet wurden; heute dominieren locker in Zeilen und Blöcken errichtete Geschosswohnungen sowie Industrie (Drägerwerk) die beiden dicht bebauten Stadtteile, die über nur wenige Grünanlagen verfügen.

Buntekuh und Moising sind durch Wohnblocks aus den 1960er Jahren geprägt. In Buntekuh befinden sich ebenfalls weitläufige Gewerbegebiete entlang der A 1.

St. Jürgen wird im nördlichen Teil durch gründerzeitliche Villenviertel und im südlichen Teil durch Wohnblocks der 1950er bis 1970er Jahre geprägt. In St. Jürgen liegen die beiden größten Hochschulen Lübecks, die Universität und die Fachhochschule.

St. Gertrud ist rund um den Stadtpark und die Wakenitz durch klassizistische Sommerhäuser und Gründerzeitvillen und weiter im Osten durch modernere Wohnviertel geprägt. Schlutup liegt jenseits des Stadtwaldes Lauerholz, bedeutend sind der an Trave gelegene Fischereihafen und ein moderner Papierumschlaghafen.

Nördlich der Trave liegt das alte Industrieviertel von Lübeck Kücknitz, in dem bis in die 80er Jahre bei den Metallhüttenwerken Roheisen sowie Koks, Zement und Kupfer hergestellt wurden. In Kücknitz liegt ein wichtiger Teil des Lübecker Hafens, der unter anderem aus einem neu erbauten Containerterminal besteht. An der Mündung der Trave liegt schließlich Travemünde, das bereits im 14. Jahrhundert von Lübeck erworben wurde und seit 1801 als Seebad anerkannt ist.

Je etwa ein Drittel des Stadtgebiets sind Siedlungsfläche und Landwirtschaftsfläche, das übrige Drittel umfasst Wald- und Wasserflächen (jeweils etwa 14 %) sowie die Klasse „Übrige Nutzungsarten“.

Tabelle 1-1: Flächennutzung Lübeck

Quelle: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Stand 31.12.2004)

Nutzungsart	Lübeck		Schles.-Hol. insgesamt in %
	ha	in %	
Bodenfläche insgesamt	21.414	100,0 %	100,0 %
Siedlungs- und Verkehrsflächen	7.576	35,4 %	0,5 %
<i>Gebäude- und Freiflächen</i>	4.546	21,2 %	6,7 %
<i>Betriebsflächen ohne Abbauland</i>	129	0,6 %	0,5 %
<i>Erholungsfläche</i>	1.043	4,9 %	0,8 %
<i>Verkehrsfläche</i>	1.819	8,5 %	4,1 %
<i>Friedhof</i>	39	0,2 %	0,1 %
Landwirtschaftsfläche	6.981	32,6 %	70,8 %
Waldfläche	2.999	14,0 %	9,9 %
Wasserfläche	3.092	14,4 %	4,9 %
Übrige Nutzungsarten inkl. Abbauland	766	3,6 %	2,2 %

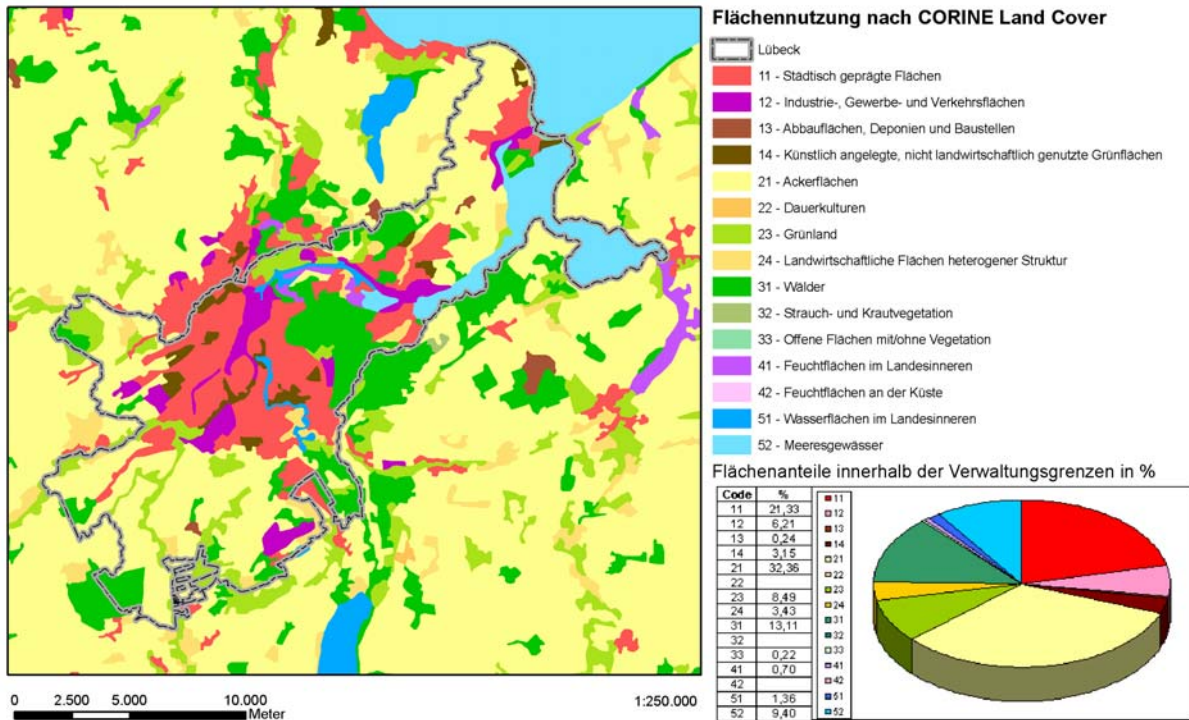


Abbildung 1-3: Flächennutzung nach CORINE Land Cover 1996

Der 2002 von den Unwetterereignissen getroffene Stadtteil St. Lorenz-Süd liegt auf einem wenig ausgeprägten Höhenrücken, der im Westen um etwa 4 m Höhendifferenz zu den Bahngleisen und im Osten um etwa 6 m zum Elbe-Lübeck-Kanal / Trave abfällt. Die betroffenen Gebiete sind durch Wohnnutzungen mit eingestreuten Sportanlagen, öffentlichen Einrichtungen sowie Gewerbe genutzt. Die Bebauung ist durch Geschosswohnungsbau der 50er und 60er Jahre geprägt, der in Zeilen- und Blockstrukturen um begrünte Höfe angelegt ist, sowie durch Straßen begleitende Reihenhäuser und kleine Hausgruppen. Die dokumentierten Feuerwehreinsätze betreffen alle Baustrukturen, jeweils in den nach außen abfallenden Gebieten.

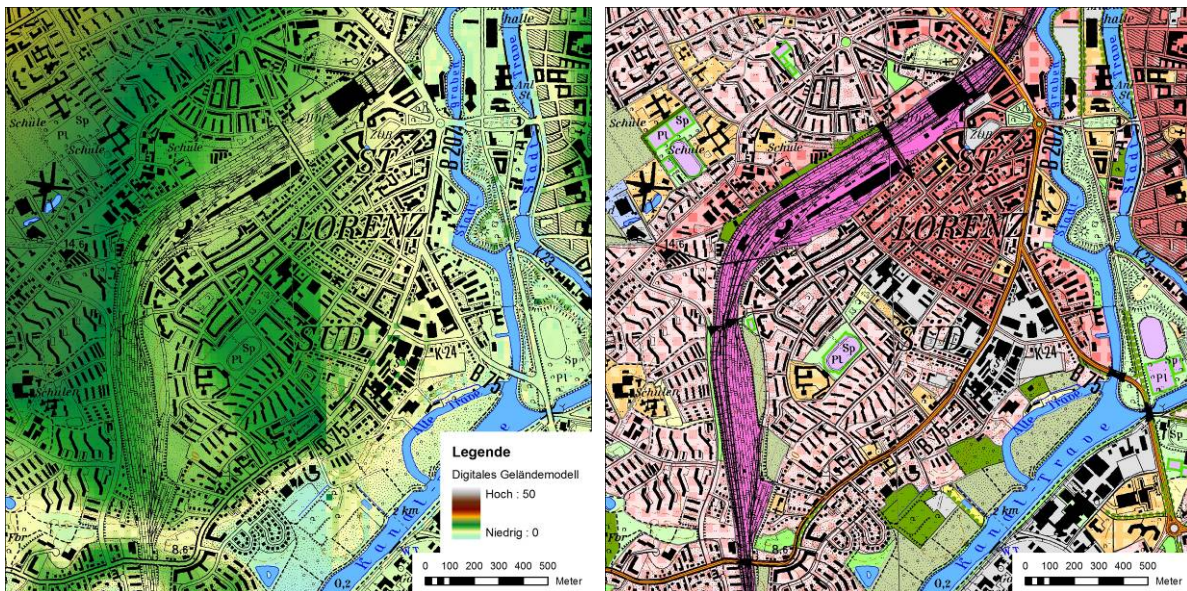


Abbildung 1-4: Topografie und Bau- und Nutzungsstruktur von Lorenz-Süd

Der vom Unwetter getroffene Bereich des Stadtteils Lorenz-Nord liegt in Verlängerung eines niedrigen Höhenrückens in einer schwach ausgeprägten Geländesenke; die Höhendifferenz beträgt zwischen Schnittpunkt K5 / A1 und dem Hauptbahnhof von Lübeck max. 13 m. Es handelt sich um ein stark durchgrüntes Wohngebiet. Die Baustruktur ist durch locker angeordnete Zeilenbebauung sowie Reihenhausbauung geprägt. Die dokumentierten Feuerwehreinsätze konzentrieren sich auf den innerörtlichen Verlauf der K5 der Geländeabsenkung folgend.

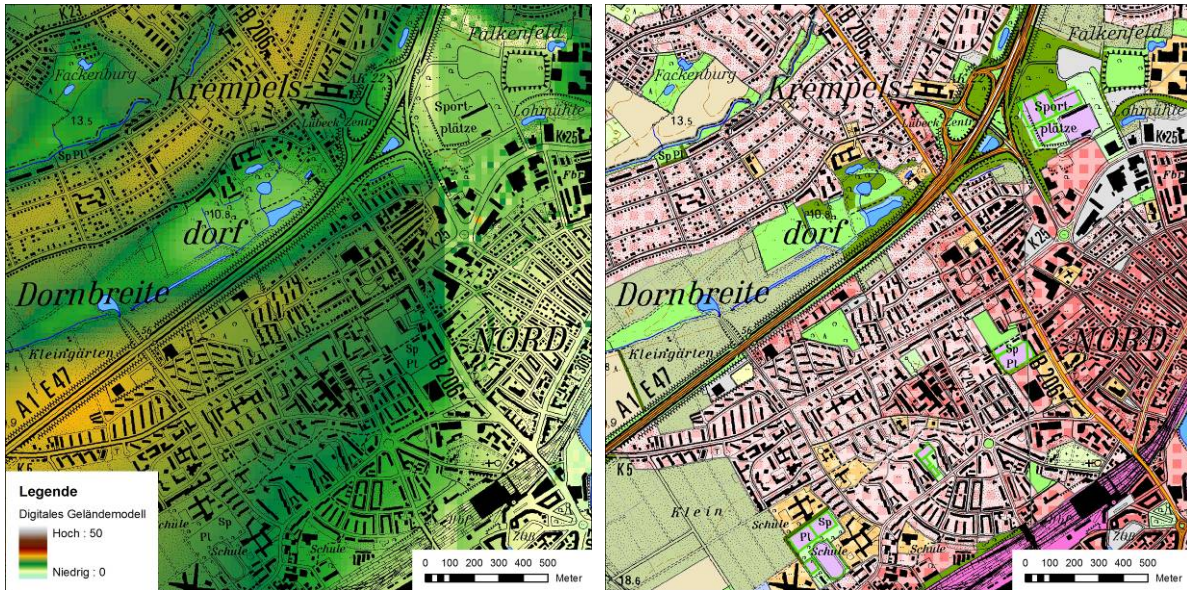


Abbildung 1-5: Topografie und Bau- und Nutzungsstruktur von Lorenz-Nord

Der Stadtteil Roter Hahn in Kücknitz liegt auf einem schwach ausgeprägten Höhenrücken zwischen den Niederungsbereichen des Kücknitzer Mühlenbaches im Westen und der Trave im Osten; der Höhenunterschied beträgt max. 10 m. Roter Hahn ist eine in den 60er / 70er Jahren errichtete Wohnsiedlung mit eingestreuten Versorgungseinrichtungen, Schulen, Sportanlagen etc. Die Bebauung im Zentrum der Siedlung umfasst höheren Geschosswohnungsbau, am Rande der Siedlung geht die Bebauung in niedrigere Zeilenbebauung und Einfamilienreihenhäuser und Hausgruppen über. Die Siedlung ist zeitgemäß durch Grünflächen zwischen den Gebäuden geprägt. Die Feuerwehreinsätze massierten sich in Bereichen, in denen die Topografie eine Rinnenstruktur aufweist, die in die Niederungsbereiche weist. Obwohl augenscheinlich alle Bebauungstypen betroffen waren, scheint der Einsatzschwerpunkt bei den Einfamilienhaustypen im Stadtteil zu liegen. Auffallend ist auch, dass am westlichen Rand des betroffenen Gebietes ein Siedlungsteil mit hangparalleler Bebauung Einsatzschwerpunkt war.

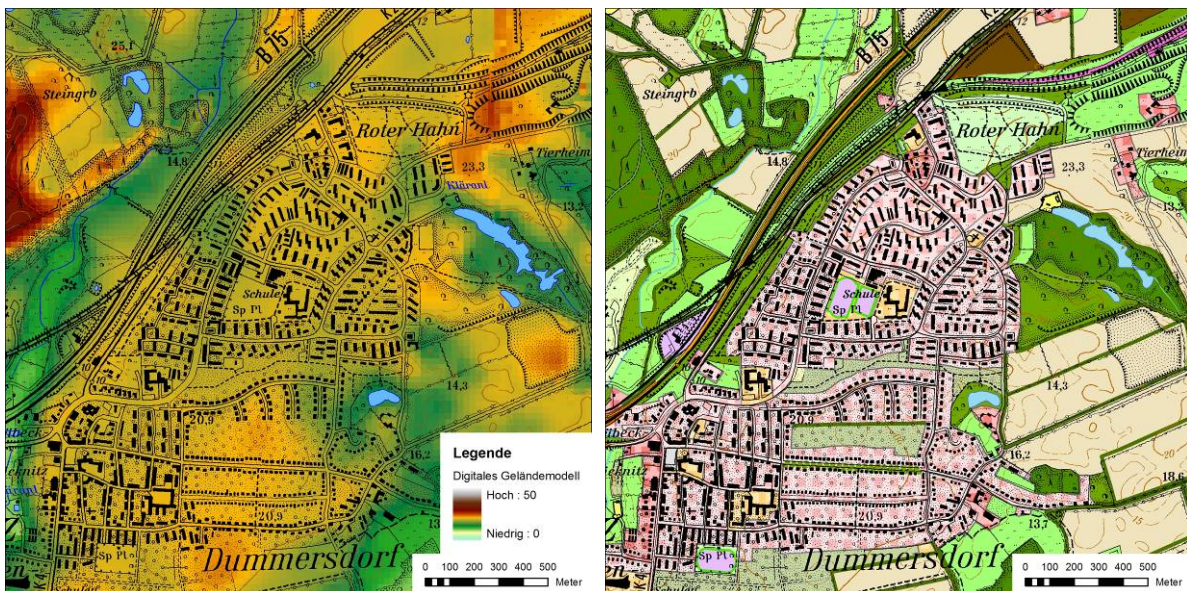


Abbildung 1-6: Topografie und Bau- und Nutzungsstruktur von Kücknitz / Roter Hahn

1.3 Böden und Geologie

Die Landschaft von Lübeck ist von der Weichseleiszeit (Pleistozän) mit einer Abfolge von Hügeln und Seen geprägt. Die geologischen Verhältnisse stellen sich insofern sehr unterschiedlich dar. Es handelt sich um Ablagerungen der Endmoräne, die zum Teil aus sandig-kiesigen Ablagerungen bestehen, z.T. aber aus sehr undurchlässigen, schluffigen Böden, die wenig durchlässig sind und für eine Versickerung ungeeignet sind. Die typischen Bodengesellschaften sind

- Braunerde-Podsole, Podsol-Braunerden aus trockenen, nährstoffarmen Sanden;
- Pseudogleye, Braunerde-Pseudogleye und Podsol-Pseudogleye aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm;
- und Podsole/Braunerde-Podsole und Gley-Podsole aus sandigen Flussablagerungen.

Die Versickerungseigenschaften im Stadtgebiet werden in der folgenden Abbildung dargestellt.

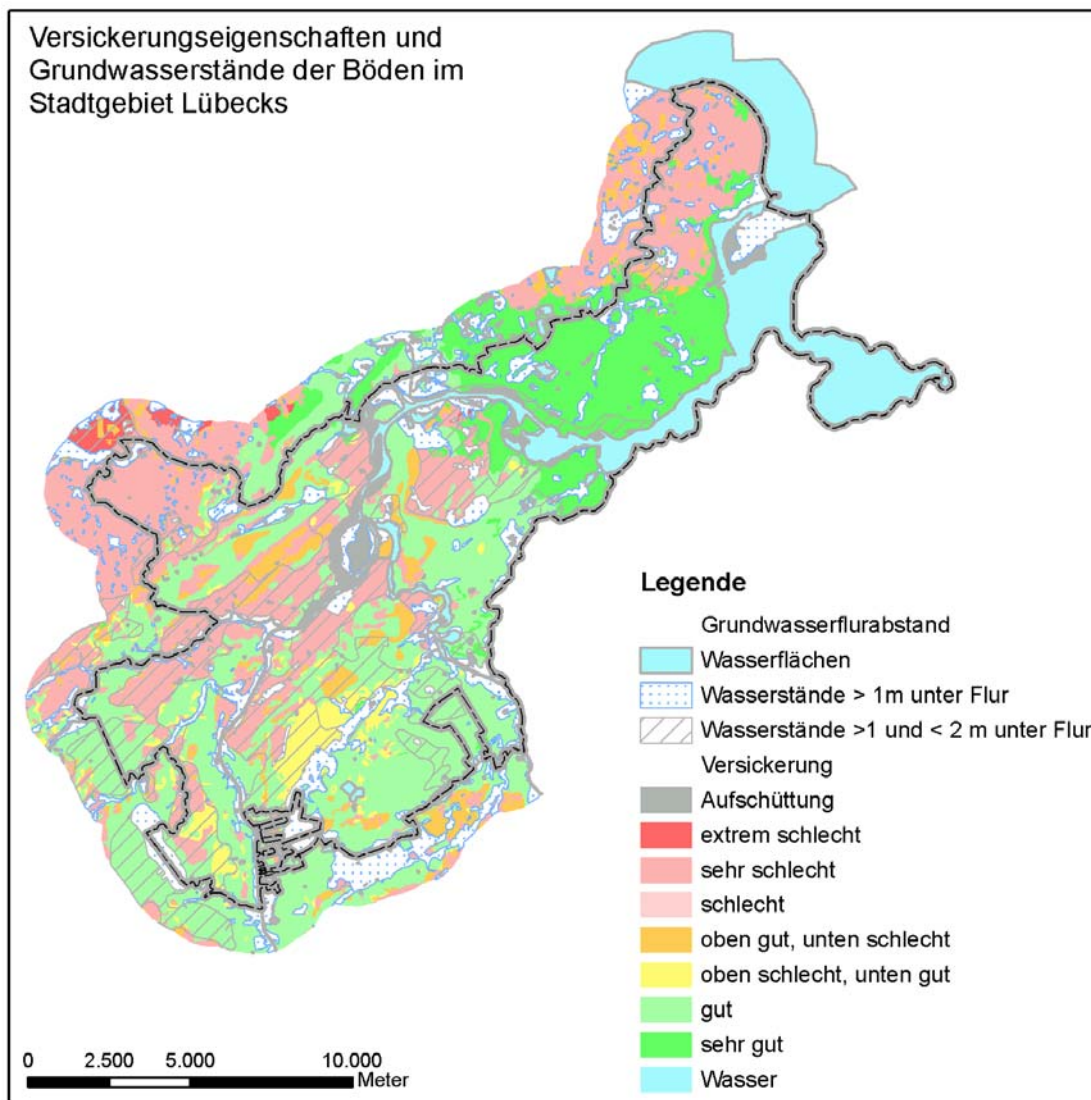


Abbildung 1-7: Versickerungseigenschaften und Grundwasserstände im Stadtgebiet von Lübeck

Quelle: EBL und Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

1.4 Topographie

Das Stadtgebiet ist leicht hügelig. Höchste Erhebungen sind ca. 37 mNN (DGM Deutschland), tiefste Punkte sind die Wasserflächen der Ostsee mit 0 mNN. Die Geländeoberfläche ist sehr flach bis mittel geneigt, Hangneigungen von mehr als 10° sind selten (vgl. Abbildung 1-8).

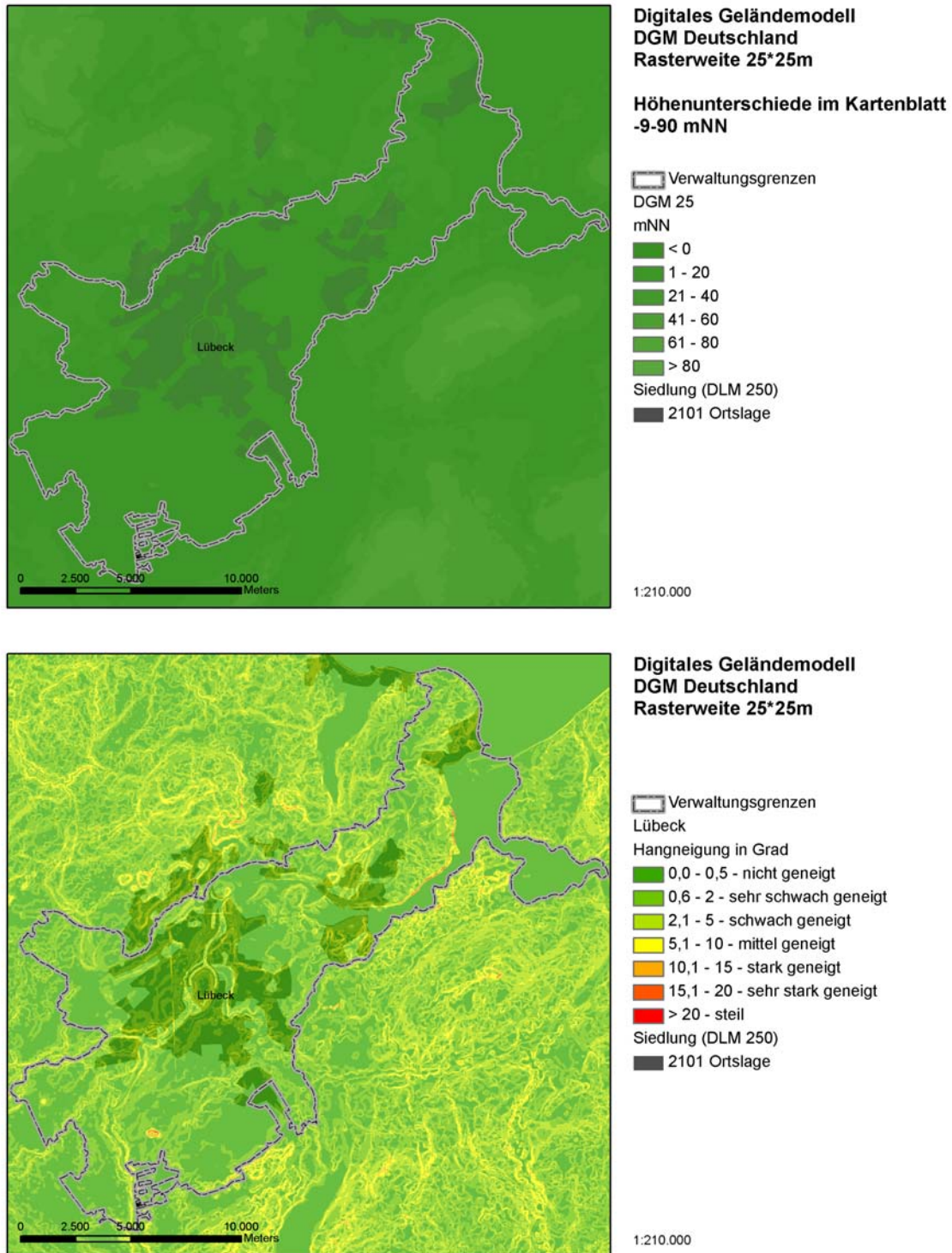


Abbildung 1-8: Höhenverhältnisse der Stadt Lübeck

Quelle: DGM Deutschland, Basis DLM

1.5 Klima

Das Klima in Lübeck ist durch die Lage der Stadt an der Ostsee maritim geprägt. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,1°C, der mittlere Jahresniederschlag 684 mm. Die niederschlagsreichsten Monate sind Juni, Juli und November.

1.6 Entwässerungsstruktur

1.6.1 Natürliche Gewässer

Die Trave ist das größte Fließgewässer im Stadtgebiet von Lübeck. Das Einzugsgebiet der Trave umfasst 2.676.km². Der Fluss ist 124 km lang und mündet in Lübeck in die Lübecker Bucht.

Nebengewässer der Trave im Stadtgebiet von Lübeck sind u.a. die Medebek, die Stecknitz und die Wakenitz. Die Wakenitz ist ein 14,5 km langes Gewässer mit einem Einzugsgebiet von 445 km². Die Wakenitz fließt durch den Dükerkanal über den Düker (unter der Kanal-Trave hindurch), passiert zwei Teiche und fließt in die Stadt-Trave. Bei Hochwassergefahr wird durch Rohrleitungen Wasser in die Kanal-Trave und in den anschließenden Klughafen abgeleitet. In den Jahren 2004 und 2005 wurde ein weiterer Hochwasserüberlauf am Falkendamm gebaut.

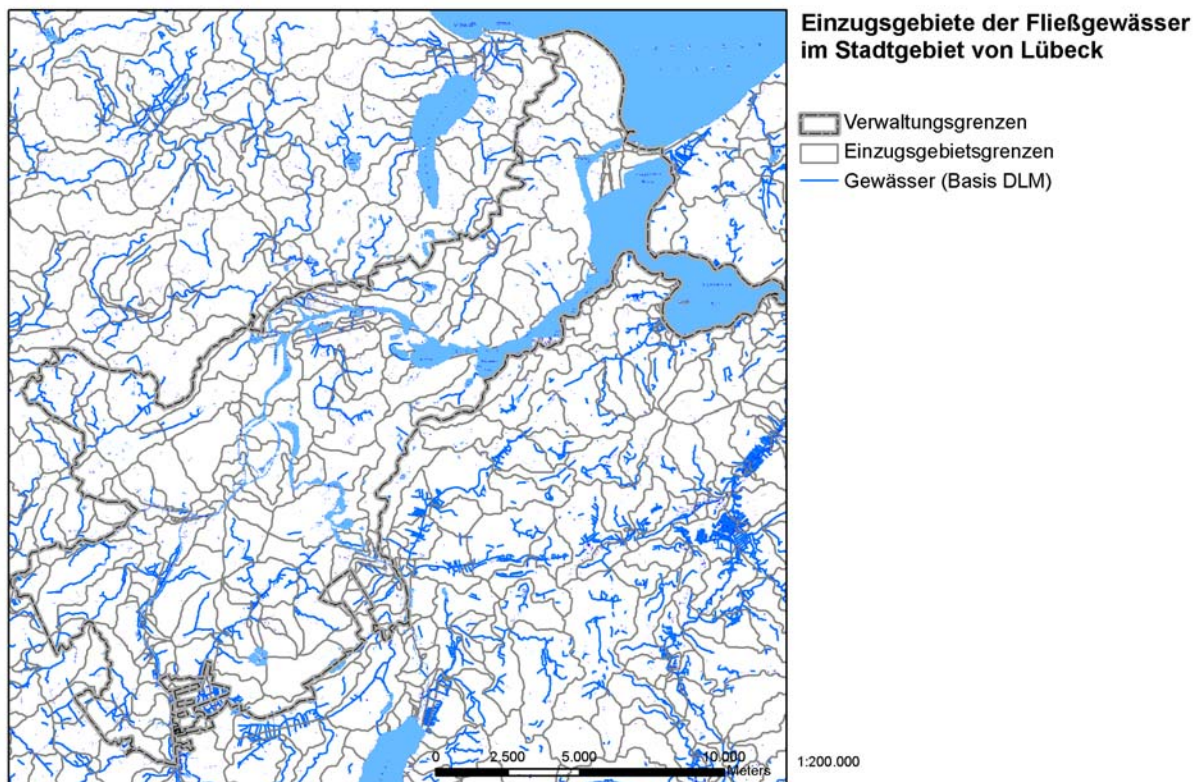


Abbildung 1-9: Gewässernetz und Einzugsgebiete (ab 10 km²) im Stadtgebiet von Lübeck abgeleitet aus einem Digitalen Geländemodell

Quelle: DGM Deutschland, Basis DLM, DTK 25

Für die Gewässer 1. Ordnung (Trave) und die Küstengewässer liegen die Zuständigkeiten beim Land Schleswig-Holstein und dem Bund als Bundeswasserstraße.

Die Zuständigkeit für Gewässer 2. Ordnung (kleinere Fließgewässer) und Gewässerüberflutung liegt bei der Hansestadt Lübeck im Fachbereich 5, Wasser und Hafen und im Fachbereich 3, Wasserbehörde. (Quelle: Interview zum Ereignis vom 1.03.2006; Antwort auf kleine Anfrage zu Starkregen, Drucksache Nr. 56).

1.6.2 Kanalisation

Für die Stadtentwässerung inklusive des Betriebs der Kläranlagen sind die Entsorgungsbetriebe Lübeck (EBL) zuständig. Zu den Aufgaben zählen u.a. Kanalnetz bemessung und –betrieb sowie Gefahren – und Risikoabschätzung infolge von Kanalüberflutung.

Das Kanalnetz in Lübeck umfasst ca. 911 km. Die kanalisierte Fläche beträgt ca. 37 km² (ca. 17,3 % der Stadtfläche). An das Kanalnetz sind ca. 215.000 Einwohner angeschlossen.

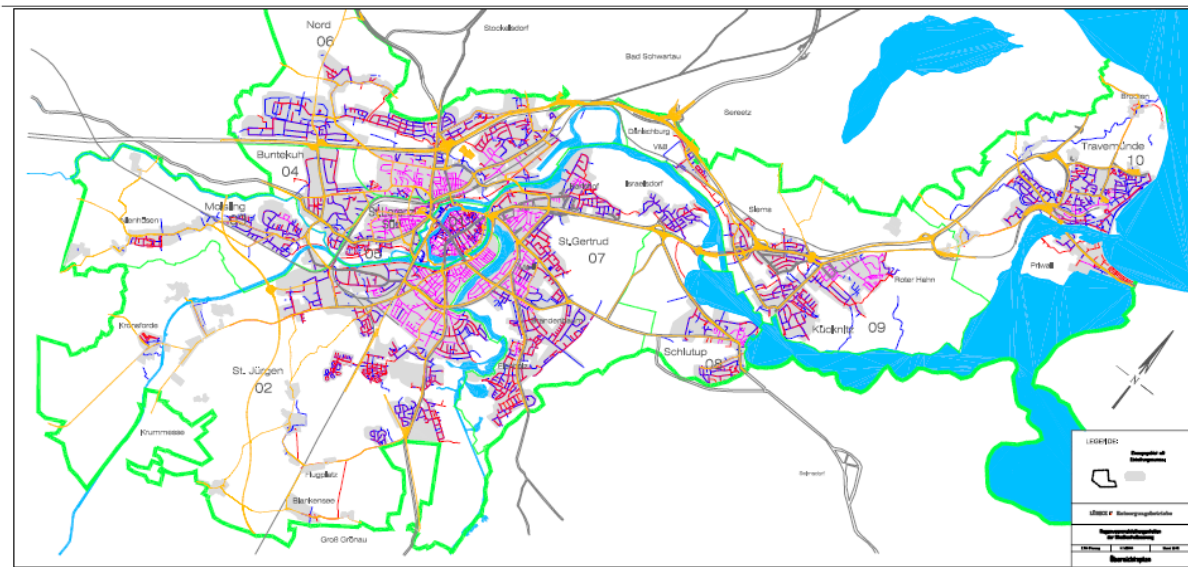


Abbildung 1-10: Karte des Entwässerungssystems

Quelle: EBL

Die Abwassersammlung erfolgt heute zu etwa 30 % im Mischsystem (158 km). Das Mischsystem soll nach und nach durch ein Trennsystem ersetzt werden. Die Mischkanalgebiete umfassen insbesondere die Altstadt und die angrenzenden vor 1945 entstandenen dicht bebauten Vorstädte. Das Trennsystem besteht aus ca. 352 km Schmutzwasser- und 354 km Regenwasserkanälen.

Das Alter des Kanalnetzes ist aus der folgenden Tabelle ablesbar:

Tabelle 1-2: Alter des Kanalnetzes

< 25 Jahre	30 %
25-50 Jahre	50 %
50-75 Jahre-	10 %
75-100 Jahre	5 %
>100 Jahre	5 %

Es sind 64 Pumpwerke im Kanalnetz vorhanden. Insgesamt gibt es 250 Regenwassereinleitungsstellen in die Gewässer. Im Mischwasserkanalnetz bestehen ca. 50 RÜ, die nicht gesteuert werden und 2 RÜB. Das Kanalnetz wird nicht bewirtschaftet. Die Reinigung der von rund 250.000 Einwohnern sowie aus Gewerbe und Industrie stammenden Abwässer erfolgt im Wesentlichen in drei Klärwerken: Zentralklärwerk (ZKW) für den zentralen Stadtbereich, Klärwerk Ochsenkopf für den Bereich Siems, Schlutup und Kücknitz und im Klärwerk Priwall für Travemünde.

Tabelle 1-3: Kenndaten des Kanalnetzes in Lübeck

Quelle EBL

Kanäle/Bauwerke	Anzahl/Länge
Gesamtlänge der Kanalisation	867 km
Schmutzwasserkanäle	356 km
Mischwasserkanäle	156 km
Regenwasserkanäle	355 km
Schächte	22.873
Kläranlagen	3
Regenüberläufe	50
Regenüberlaufbecken	2
Regenrückhaltebecken	49
Regenklärbecken	5
Retentionsbodenfilter	0
Sickermulden/-schächte	4
Stauraumkanal	1
Bewirtschaftungsbauwerk im Mischwasserkanal	0
Abwasserdruckleitungen	66 km
Abwasserpumpwerke	64
Notauslässe der Abwasserpumpwerke	5
Überpumpwerke	0
Regenpumpwerke	0

Die Kanalisation wird nach einem DWD-Gutachten aus dem Jahr 1973 für ein Regenerignis $r(15,1)$ von 106 l/(s*ha) bemessen. Ein DWD-Gutachten aus dem Jahr 1995 ergab für das gleiche Ereignis (gleiche Jährlichkeit, gleiche Dauerstufe) einen geringeren Wert von $90,7 \text{ l/(s*ha)}$ und wurde bei der Bemessung nicht berücksichtigt. Ähnliches gilt für KOSTRA, ein einjährliches, fünfzehnminütiges Ereignis $r(15,1)$ liefert statistisch gesehen eine Regenspende von $97,2 \text{ l/(s*ha)}$.

2 Ereignisse

2.1 Ereignisdokumentation

Am 17. und 18. Juli 2002 zog von Südosten ein ergiebiges Niederschlagsgebiet über Norddeutschland und Holstein hinweg. In großen Teilen Norddeutschlands kam es zu Überschwemmungen, Erdrutschen, überfluteten Straßen und Häusern.

Im Bereich der Hansestadt Lübeck regnete das Niederschlagsgebiet am 17.7.02 in der Zeit von 12:15 Uhr bis 16:00 Uhr und vom 17.7.02 18:15 Uhr bis 18.7.02 8:30 Uhr ab. Die höchsten Niederschläge fielen dabei im Zeitraum vom 21:45 Uhr bis 3:45 Uhr und in Kücknitz und Travemünde noch zusätzlich zwischen 4:30 Uhr und 6:45 Uhr. Die am stärksten betroffene Region lag allerdings außerhalb von Lübeck und betraf die im Norden

liegenden Gemeinden einschließlich der Gemeinden Ahrensböök und Scharbeutz. Laut Aufzeichnungen des DWD sind in Lübeck 96 mm Niederschlag in 24 Std. gefallen.

Im Bereich der Hansestadt waren vor allem die beiden Stadtteile Schlutup und Kücknitz betroffen, sowie mit etwas geringerer Intensität auch St. Lorenz Nord und Süd, St. Gertrud, Buntekuh, Altstadt und das westliche Travemünde.

Das Ereignis ist in zahlreichen Zeitungsartikeln und Agenturmeldungen beschrieben. Ebenfalls vorhanden sind Tabellen und Karten zu Einsätzen der Feuerwehr.

2.2 Vorhersage und Vorwarnung

Die Weterradarbilder des DWD werden regelmäßig von der Feuerwehr beobachtet. Weiterhin werden FeWIS und andere Quellen, die im Internet verfügbar sind, zu Vorwarnungen genutzt. Wenn eine bedeutsame Starkregenfront Lübeck erreicht, wird der Stab einberufen. Weiterhin liegen die Daten der Pegelstände vor. Bei Überschreiten der 6,5 m Marke wird ebenfalls der Stab einberufen.

Die Leitstelle der Feuerwehr war bereits am Vorabend um 20.30 Uhr vom DWD vor dem wegen des heraufziehenden Unwetter gewarnt worden.

Eine detaillierte Analyse der Vorwarnungen und der KONRAD Ergebnisse befindet sich in Teil B dieser Untersuchung.

2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände

Laut Aufzeichnungen des DWD sind in Lübeck 96 mm Niederschlag in 24 Std. gefallen. Die Starkregenphase hat von etwa 23:00 Uhr am 17.7.2002 bis 9:00 Uhr am 18.07.2002 gedauert.

Nach Angaben der EBL hat es am 17.7.2002 von 12:15 Uhr bis 16:00 Uhr geregnet. Diesem Vorregen folgte ein langanhaltender Regen von 18:15 UTC bis 8:30 Uhr des Folgetages. Die stärksten Niederschläge fielen zwischen 21:45 Uhr und 3:45 Uhr.

Eine detaillierte Analyse der Niederschlagsmessungen und der Radardaten ist in Teil B dieser Untersuchung enthalten.

Das Niederschlagsereignis hatte bei einer Gesamtdauer von 14 Stunden eine Niederschlagsspitze in Lübeck von 15 Minuten Dauer und ca. 100 mm Höhe. Im Süden der Stadt lag sie etwas darunter, im Norden eher darüber. Die unterschiedliche Verteilung wurde in einem Gutachten (Einfalt, 2003) vom September 2002 dargestellt.

Im Vergleich mit der Extremwertstatistik aus dem Niederschlagsgutachten des Deutschen Wetterdienstes für Lübeck vom 06.04.1973 liegt diese Niederschlagsmenge über einer Wiederkehrzeit von $n=0,01$, d.h. tritt seltener als alle 100 Jahre auf. Der Vergleich mit KOSTRA-Werten bestätigt dies; ein hundertjährliches, zwölfstündiges Niederschlagsereignis erreicht demnach statistisch gesehen einen Mittelwert von etwa 66,9 mm (vgl. Tabelle 2-1). Der Vergleichswert wäre ein Niederschlag von 16 Std. mit einer Spende von 81,3 mm. Beide Werte wurden im Stadtgebiet deutlich überschritten.

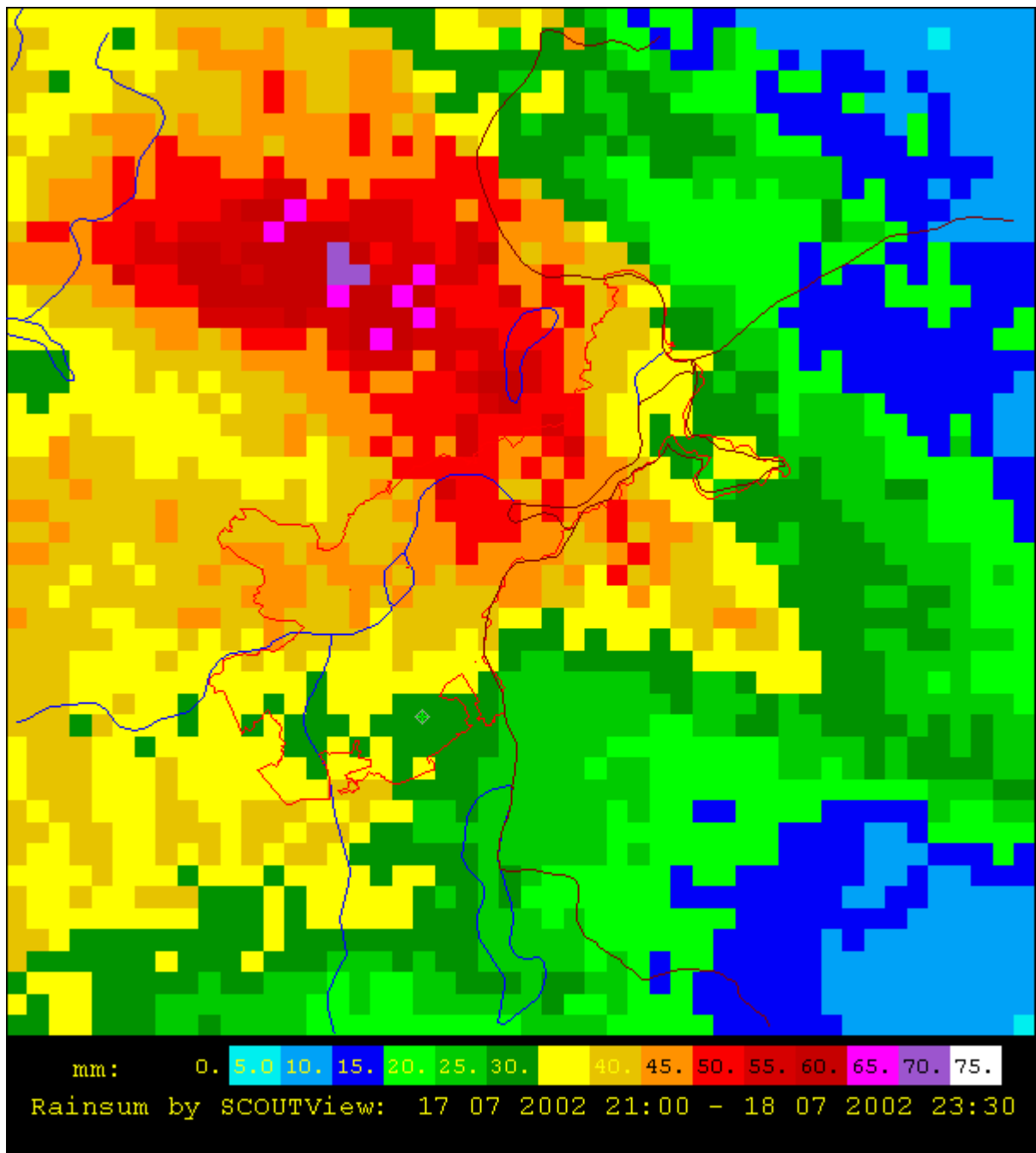


Abbildung 2-1: Niederschlagssumme vom 17.07.2002 – 18.07.2002

Quelle: einfalt & hydrotec 2002

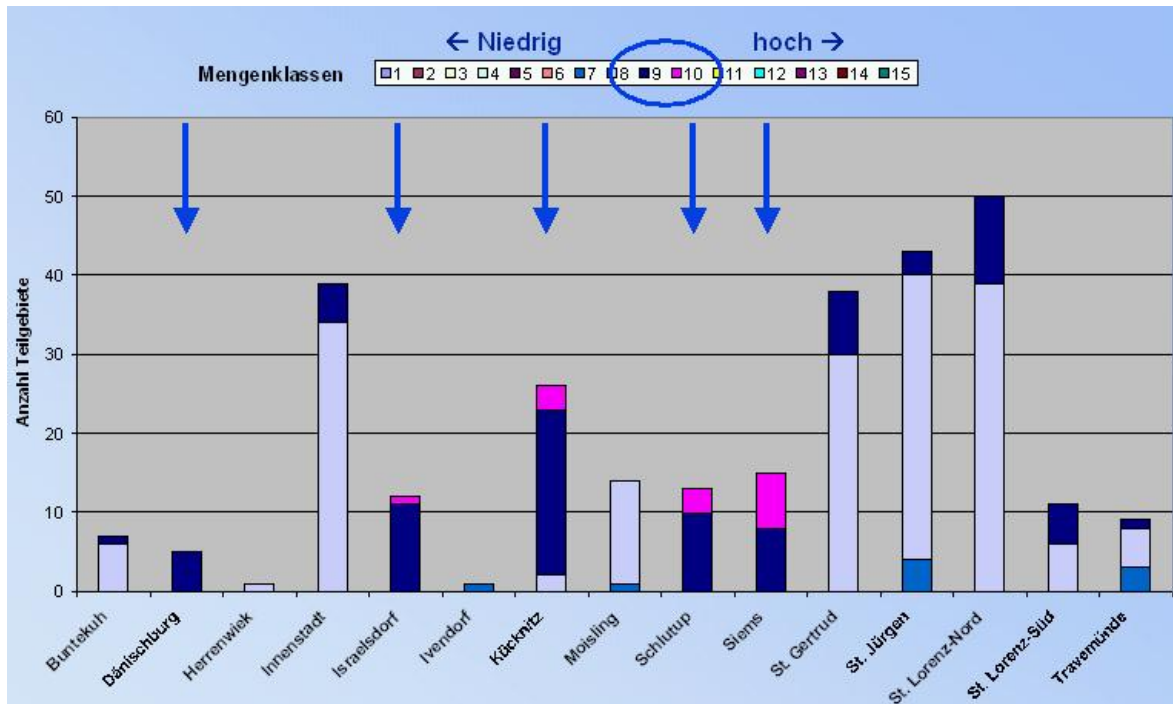


Abbildung 2-2: Niederschlagsverteilung aus nicht angeeichten Radardaten

Quelle: einfalt & hydrotec, 2002

Tabelle 2-1: Extreme Niederschlagshöhen der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten T=a (Jahre), Mai-September (KOSTRA-DWD 2000). Die dargestellten Werte sind Mittelwerte mehrerer KOSTRA-Kacheln im Stadtgebiet von Lübeck.

mm	T1	T2	T5	T10	T100
15 Min	9,3	12,1	15,8	18,6	27,8
60 Min	14,8	19,5	25,7	30,4	46,1
12 h	25,0	31,3	39,6	46,0	66,9
3 h	32,5	39,7	49,2	56,4	80,3

2.4 Abfluss und Überflutungen

Beschreibungen der Überflutungsgebiete und des Überflutungsablaufs für das Ereignis können indirekt aus Einsatzlisten der Feuerwehren abgeleitet werden. Die Einsätze der Feuerwehr liefern gute Hinweise auf Stadtteile und Straßen, in welchen Wasserschäden aufgetreten sind. Besonders betroffen waren die Stadtteile Kücknitz, St. Gertrud und St. Lorenz. Die Abbildung 3-1 zeigt einen Ausschnitt der betroffenen Straßenzüge, in welchen Feuerwehreinsätze infolge von Wasserschäden stattgefunden haben.

Ein besonderes Problem bei diesem und anderen Starkregenereignissen stellt die Überlagerung der Abflüsse aus landwirtschaftlichen Gebieten und Regenrückhaltebecken mit den Abflüssen aus der Kanalisation in den kleinen Fließgewässern dar. Bei den Bemessungsansätzen für die Kanalisation und die Vorfluter wird von Niederschlägen geringer Zeitdauer ausgegangen. Damit wird eine Überlagerung von Spitzenabflüssen aus der Landwirtschaft und Siedlungsabflüssen rechnerisch nicht berücksichtigt.

Dieses führte insbesondere an der Rothebek, der Moorbek und dem Flutgraben/Struckbach zur Überflutung der Niederungen mit der dort vorhandenen Bebauung.

Die Umbaumaßnahmen an der Medebek haben nur zu relativ geringen Überflutungen im Bereich der Ochsenkoppel geführt. Das Wasser konnte im Wald zwischengespeichert werden.

3 Schadensbeschreibungen

Art und Umfang der Schäden

In der Nacht von 17.7. zum 18.7.2002 mussten alle verfügbaren Kräfte der Berufsfeuerwehr, der freiwilligen Feuerwehren und des Technischen Hilfswerks zu ca. 300 Einsätzen ausrücken. Zahlreiche Keller und tiefliegende Wohn- und Geschäftsräume sind vollgelaufen und mussten leergesaugt werden. Nach Angaben der Feuerwehr lag der Einsatzschwerpunkt in Israelsdorf. Ganze Straßenzüge standen unter Wasser (Bereiche Eichholz, Israelsdorf). In Israelsdorf drohte ein RÜB überzulaufen.

Die Lübecker Polizei verzeichnete mehr als 130 Unwettereinsätze. Schwerpunkte der Straßensperrungen und Verkehrslenkungsmaßnahmen wegen überfluteter Fahrbahn waren Schwartauer Allee, Krempeisdorfer Allee, Kronsfordter Allee, Stockelsdorfer Straße und Forstmeisterweg.

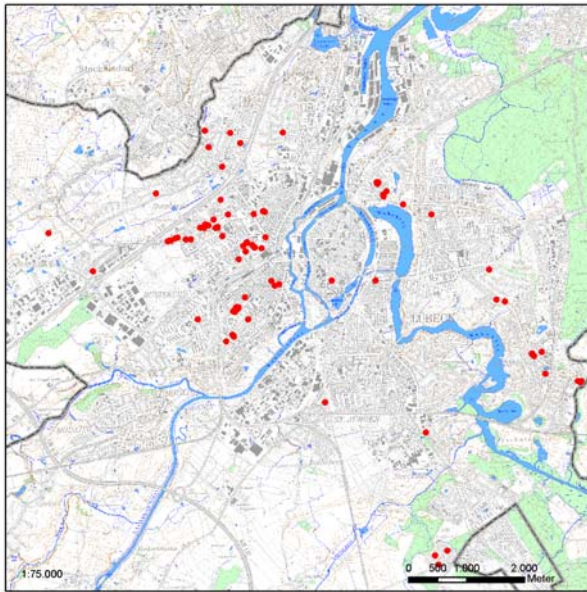


Abbildung 3-1: Feuerwehreinsätze (Ausschnitt) in den Stadtteilen St. Lorenz und St. Gertrud

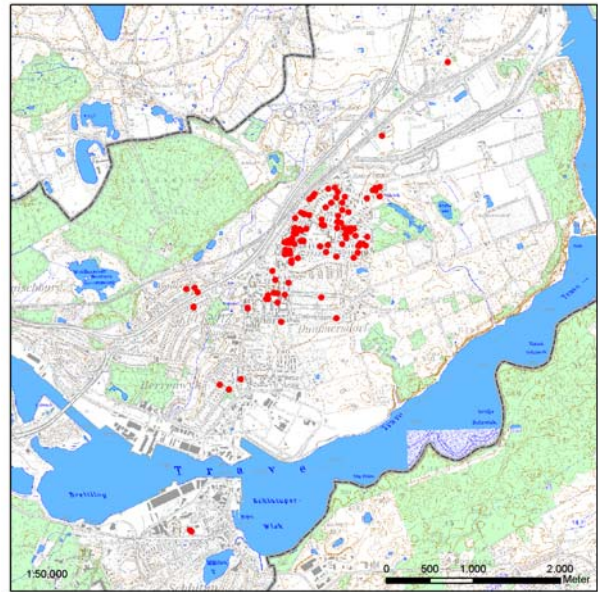


Abbildung 3-2: Feuerwehreinsätze im Stadtteil Kucknitz am 01.08. und am 11.08.2002

Quelle: LEB

Die Schäden sind in Zeitungsartikeln der o.g. Zeitungen beschrieben. Ebenfalls vorhanden sind Tabellen und Karten zu Einsätzen der Feuerwehr. Einzelschäden werden von der Feuerwehr in einer Datenbank dokumentiert.

3.1.1 Personenschäden

Sind nicht bekannt.

3.1.2 Gebäude

Gebäudeschäden durch vollgelaufene Keller und tiefliegende Wohn- und Geschäftsräume.

3.1.3 Infrastruktur

Infrastrukturschäden durch überflutete und blockierte Straßen. Die Bahnstrecke nach Lübeck war wegen Unterspülung nicht mehr befahrbar. Auf dem Lübecker Friedhöfen Vorwerk, Waldhusen und am Burgtor sind mehr als 1000 Gräber abgesackt. Das Wasser stand dort 20 cm hoch.

3.1.4 Sonstiges

Schäden an Skulpturen des Sandskulpturenfestivals

3.2 Schadenshöhe und -kosten

Seitens der Stadt und der EBL liegt keine Schadensschätzung vor.

Die Schätzung der Schadenshöhe mit den Einheitswerten dieser Untersuchung ergibt einen Schaden von 3,2 Mio. Euro, wobei etwa 2/3 der Schadenshöhe auf die etwa 300 Einsätze der Feuerwehr bei Privathaushalten entfällt.

Tabelle 3-1: Geschätzte Schadenshöhe mit den Einheitswerten

Schadenskategorie		Lübeck		
Objekt		Anzahl	Bemerkung	Σ- Schaden
Gebäude				
Fußnoten für die Ermittlung der Einzelkosten:				
1 Privathaus				
Keller		300	geschätzt	2.322.000,00 €
Tiefgarage mit KFZ (pauschal mit 15 KFZ)				0,00 €
Tiefgarage (leer)				0,00 €
2 Gebäude öffentlicher/ kommerzieller Nutzung				0,00 €
Supermarkt:				0,00 €
Schwimmbad/Sportplatz/ - halle/ Grünanlage:				0,00 €
Industriegebäude:				0,00 €
Pflegeheime/Krankenhaus:		1		123.055,80 €
Schulen und andere soziale/ öffentliche Einrichtungen:				0,00 €
Bahnhöfe/ Flughäfen:				0,00 €
sonstige Gewerbebauten:				0,00 €
Verkehr/ Infrastruktur				
3 Straßen				0,00 €
Straßen unterspült:		10		350.000,00 €
Schienen/Straße/Tunnel/Unterführung unter Wasser:		10		38.000,00 €
Straße/Tunnel/Unterführung unter Geröll/ Schlamm:				0,00 €
4 Schiene				0,00 €
Schienen unterspült:		1		400.000,00 €
Schienen mit Geröll/ Schlamm überflutet:				0,00 €
5 Behinderung Straße				0,00 €
6 Behinderung Schiene				0,00 €
7 Behinderung Flugverkehr				0,00 €
8 Verkläusung				0,00 €
9 Brücken				0,00 €
10 Steg				0,00 €
11 Kraftfahrzeuge				0,00 €
zerstört:				0,00 €
beschädigt:				0,00 €
Sonstige				
12 Wasser-, Abwasserleitung (auch Abwassergräben, u.ä.)				0,00 €
Reparatur				0,00 €
Reinigung				0,00 €
14 Kosten aus Medienberichten und anderen Quellen				0,00 €
1.				0,00 €
2.				0,00 €
3.				0,00 €
				3.233.056

4 Hochwasserbewältigung: Handlungsabläufe und Maßnahmen

4.1 Zuständigkeiten, Zusammenarbeit, Information

In Schleswig-Holstein sind die Zuständigkeiten bei einem Schadensereignis, einem Großschadensereignis sowie einer Katastrophe in dem Gesetz über den Brandschutz und die Hilfeleistungen der Feuerwehren (Brandschutzgesetz – BrSchG) und dem Gesetz über den Katastrophenschutz in Schleswig-Holstein (Landeskatastrophenschutzgesetz - LKatSG -) geregelt.

Die Zuständigkeit für alle Ereignistypen liegt bei der Berufsfeuerwehr. Im Ereignisfall wird ein Stab zur Koordination der Einsätze einberufen. Die Organisation ist bei allen Schadensereignissen identisch geregelt. Es besteht über das Lagezentrum Kiel ein direkter Kontakt zu Informationen des Landes.

Schwellenwerte für das Heranziehen von Personal der Freiwilligen Feuerwehr für die Bewältigung der Anrufe / Entlastung der Einsatzorganisation (Disponenten) sind 10 offene Einsätze bzw. ein Pegelstand der Trave von mindestens 6,50 m.

Alle Einsätze (Adressen) werden in einer Excel-Tabelle erfasst, zurzeit aber nicht regelmäßig ausgewertet. Zurzeit ist noch kein geografisches Informationssystem zur Darstellung der Einsätze vorhanden.

Management eingehender Hilferufe

Die Telefonzentrale sammelt alle eingehenden Anrufe und leitet sie an den Stab weiter, der die Reihenfolge der Abarbeitung festlegt. Durch ein neues Programmsystem können heute (2007) alle eingehenden Anrufe systematisch abgearbeitet werden.

In der Vergangenheit kam es in den Fällen, wo viele Häuser betroffen waren, zu einer Überlastung der Telefonzentrale, sodass eine koordinierte Weitergabe der Adressen und Einsatzplanung nicht möglich war. Inzwischen sind organisatorische Änderungen vorgenommen worden.

Kanal

Die Zuständigkeit für Kanalnetzbemessung und -betrieb liegt bei den EBL. Da das Kanalnetz nicht bewirtschaftet werden kann, sind die Handlungsmöglichkeiten der EBL im Ereignisfall gering. Bei Hochwasser werden die EBL von der Einsatzleitung der Feuerwehr benachrichtigt.

Gewässer

Zuständigkeit für Gewässer und Gewässerüberflutung liegt bei Fachbereich 5, Wasser und Hafen.

Schutzmaßnahmen bei Hochwasser im Bereich Ober-Unter-Trave

Es existiert eine Dienstanweisung der Stadtentwässerung aus dem Jahr 1995, die ausführlich beschreibt, welche Schutzmaßnahmen bei Hochwassergefahr im Bereich der Ober- und der Unter-Trave zu treffen sind und wer für diese Aufgaben zuständig ist. Beispielsweise sind Straßeneinläufe mit Sandsäcken abzudichten und Hochwasserschieber sind zu schließen. Rückstauklappen und Rückstauventile sind zu überprüfen. Während der Dienstzeit sind verschiedene Kolonnen der EBL und außerhalb der Dienstzeiten der Bereitschaftsdienst der EBL zuständig.

Durch die Verbindung mit der Leitstelle ist eine permanente Information über den Ereignisablauf gewährleistet.

4.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen an Objekten

In der Nacht von 17.7. zum 18.7.2002 rückten alle fügaren Kräfte der Berufsfeuerwehr, Einsatzkräfte von rund 23 freiwilligen Feuerwehren (gesamt ca. 250 Einsatzkräfte) und 30 Helfer des Technischen Hilfswerks zu ca. 300 Einsätzen aus.

Die Maßnahmen der Feuerwehr beschränkten sich im Wesentlichen auf das Leerpumpen der vollgelaufenen Keller. Andere Schutzmaßnahmen (Sandsäcke, Mobile Schutzelemente etc.) wurden bisher nicht eingesetzt. Die Maßnahmen der Polizei umfassen Straßensperrungen und sonstige Verkehrslenkungsmaßnahmen.

4.3 Schadensbehebung

Die Maßnahmen der Feuerwehr beschränkten sich im Wesentlichen auf das Leerpumpen der Keller. Die weitere Schadensbehebung wurde von den Betroffenen selbst durchgeführt.

5 Kommunale Risikoanalyse

5.1 Überflutungsgefährdung und Risiko

In Lübeck besteht die Hochwassergefahr hauptsächlich durch Sturmfluten und Hochwasser der Trave (Überflutung durch Gewässer).

Zwischen 1975 und 1985 wurden in Schleswig-Holstein die Überschwemmungsgebiete durch Rechtsverordnung festgesetzt, u.a. auch für die Trave. Diese werden derzeit von den zuständigen Landesbehörden auf Grundlage aktualisierter Daten überprüft und falls erforderlich angepasst.

Der vom Land erstellte Generalplan Binnenhochwasserschutz und Hochwasserrückhalt bildet die Grundlage für die Überprüfung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten. Zum Zeitpunkt des untersuchten Ereignisses lag dieser Plan noch nicht vor. Hiernach wird für die Trave und Schwartau ein hohes Hochwasserrisiko ausgewiesen.

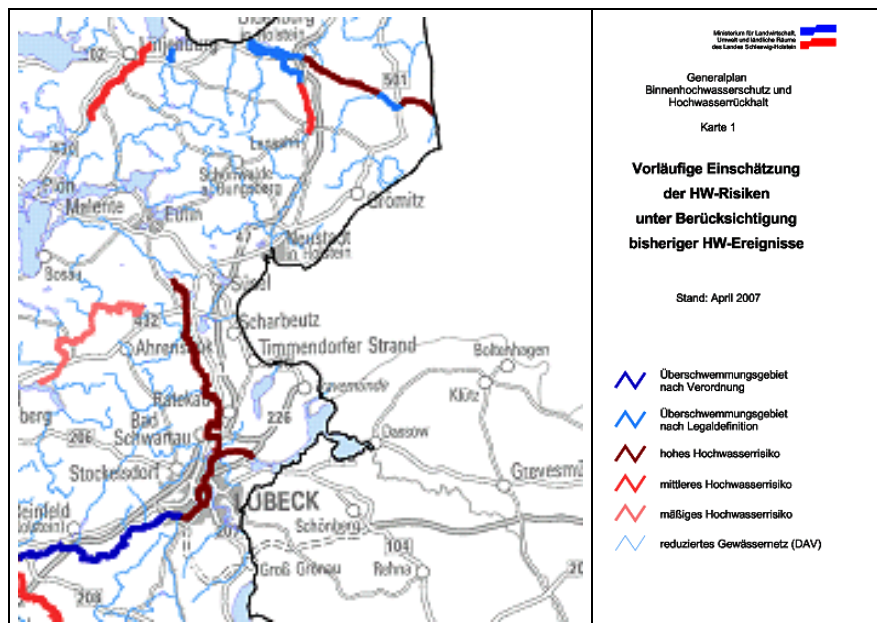


Abbildung 5-1: Auszug aus der vorläufigen Einschätzung der HW-Risiken für das Land Schleswig Holstein

Abflussengpässe können theoretisch an allen Bauwerken auftreten, die ein Gewässer queren. Dazu gehören Durchlässe, verrohrte Gewässerabschnitte, Brücken und Stege. Eine GIS-gestützte Analyse ergab, dass sich im Stadtgebiet von Lübeck etwa 230 Schnittpunkte von Gewässern mit Verkehrswegen befinden – ein Indiz für potenzielle Bauwerke (Durchlässe, Brücken und Stege).

Weiterhin besteht die Gefahr einer Überlastung der Gewässer 2. und 3. Ordnung sowie des Kanalnetzes als Folge von Starkniederschlägen (Sturzfluten) oder des Rückstaus aus Gewässern.

Eine Häufung von extremen Starkregenereignissen, die häufiger als im statistischen Mittel auftreten, konnte durch die im Rahmen von URBAS erstellte Untersuchung in Teil C festgestellt werden.

Bezüglich der Einschätzung der Überflutungsgefährdung wurden verschiedene Probleme von den befragten Institutionen genannt:

Überlastung der Kanalisation

Aufgrund des Alters sind insbesondere Teile des Mischsystems schnell / häufig überlastet und müssen saniert werden. Diese Bereiche sind den EBL bekannt. Es sind vornehmlich Gebiete, die vor 1945 bebaut wurden.

Ansonsten hat das Kanalnetz nach Aussagen der EBL eine ausreichende Leistungsfähigkeit. Weiterhin können z.T. Schäden an der Kanalisation, (Durchwurzelung, Einsturz), die bei der Kanalunterhaltung nicht rechtzeitig entdeckt werden Ursache für Überstauungen sein.

Rückstau aus den Gewässern in die Kanalisation

Nach starken Westwindlagen kann es in der Ostsee durch einen Schwappereffekt zu kurzzeitigen Hochwasserereignissen kommen, die einen Rückstau in das Kanalnetz verursachen. Diese Ereignisse treten regelmäßig in den Wintermonaten auf und führen zu einer Überflutung von Altstadtrandstraßen. Für diesen Fall gibt es eine Dienstanweisung für die Stadtentwässerung, die Maßnahmen regelt, mit der das Eindringen von Travewasser verhindert werden soll.

Die naturnahe Gewässerentwicklung (weitgehender Verzicht auf Ausbau und Unterhalt), die aus Naturschutzgründen in Lübeck verfolgt wird, hat zur Folge, dass aufgrund der damit verminderten Leistungsfähigkeit der Kleingewässer Niederschlagswasser aus der Kanalisation nicht mehr in dem Umfang eingeleitet werden kann,

wie es einmal genehmigt worden war. Weiterhin gab / gibt es Probleme mit der Leistungsfähigkeit von Durchlässen, verrohrten Gewässerabschnitten und insbesondere bei Starkregen mit der Verlegung von Durchlässen.

Die Unterhaltung der verrohrten Gewässerabschnitte ist Aufgabe der Stadt. Hier gab es in der Vergangenheit Probleme, weil die verrohrten Abschnitte z.T. auch überbaut wurden, was zu Schäden an den Verrohrungen geführt hat. Aufgrund der Erfahrungen mit den Starkregenereignissen der letzten Jahre wurden die Gewässer geräumt und die Durchlässe vergrößert.

Mangelnde Vorsorge der Hausbesitzer (Quelle: Antwort auf kleine Anfrage zu Starkregen, Drucksache Nr. 56)

Laut Entwässerungssatzung sind für alle Grundstücke Rückstauklappen und Hebeanlagen vorgeschrieben, die bei einem Einstau der Kanalisation auf Straßenebene den Rückstau in den Kellerbereich verhindern sollen. Diese Rückstauklappen/Anlagen werden z.T. nicht ausreichend gewartet.

Bei alten Kanalsträngen kann es trotz funktionierender Rückstauklappen vorkommen, dass durch undichte Kanäle und Grundleitungen eine Durchfeuchtung der Keller stattfindet.

Weiterhin wird die Bauvorsorge vernachlässigt (Merkblatt der Stadtentwässerung). Es fehlen z.T. ausreichende Bordsteinhöhen, ausreichende Schwellen an Keller- und Garageneinfahrten sowie ausreichende Bauhöhen an Kellerfenstern und Eingangstüren, sodass bei Überstau des Kanalnetzes und Oberflächenabfluss des Niederschlagswassers das abfließende Wasser ungehindert in die Gebäude eindringen kann.

Niederschlagsmessung und Bemessungsniederschläge

Nach Verlegung der Wetterstation des DWD aus dem inneren Stadtgebiet an den südlichen Stadtrand haben sich die gemessenen Niederschläge für Lübeck verringert. Ein Niederschlagsgutachten von 1995 weist geringere Regenintensitäten aus, als ein Gutachten von 1973. Das beobachtete Niederschlagsgeschehen der letzten 20 Jahre würde eher höhere Intensitäten vermuten lassen. Deshalb erscheinen den EBL die aktuellen Werte des DWD nicht als plausibel.

5.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser

Im potenziellen Überflutungsgebiet der Trave in Travemünde wurde anhand einer Auswertung einer Höhenkarte im Maßstab 1:5000 ein Entwurf einer Gefahrenkarte erstellt. Es wurden vier Gebiete in Abhängigkeit ihrer Höhe über Normalnull gekennzeichnet. Die folgende Abbildung zeigt die unterschiedlich gefährdeten Gebiete:

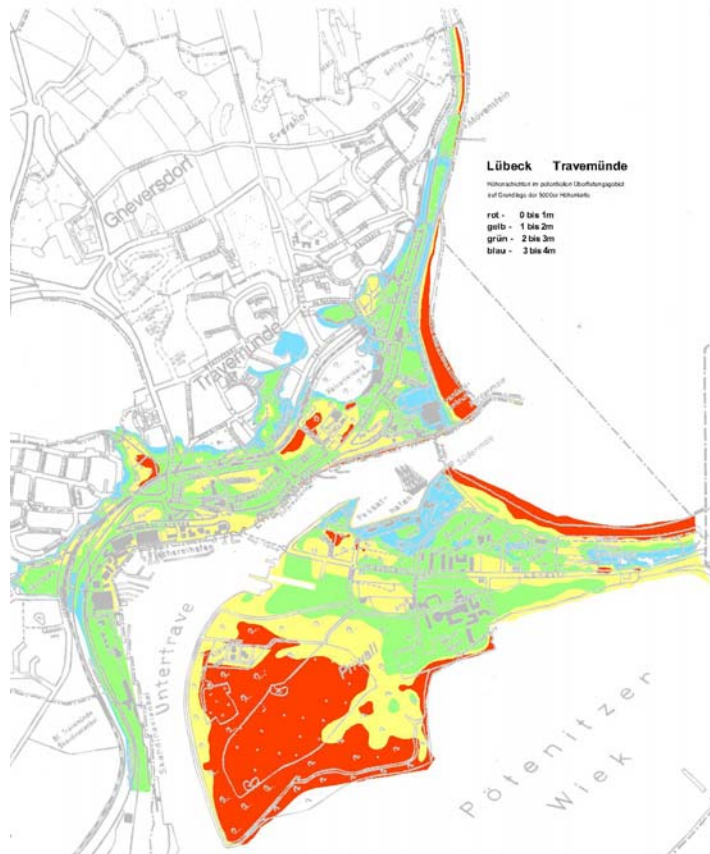


Abbildung 5-2: Höhenschichten im potenziellen Überflutungsgebiet der Trave

Quelle EBL

Rot dargestellt sind Gebiete 0 bis 1 mNN, gelb, grün und blau jeweils die Gebiete 1 bis 2 mNN, 2 bis 3 mNN und 3 bis 4 mNN.

Eine weitere Einschätzung der möglichen Gefährdung bei Hochwasserereignissen erfolgt über die Beobachtung der Pegelstände. Ab einem Pegelstand von 6,5 mNN werden Stäbe zur Beobachtung und Einschätzung der erforderlichen Maßnahmen einberufen (Quelle: Interview vom 01.03.2006).

Die gefährdeten Bereiche infolge Überstau und Rückstau des Kanalnetzes sind den EBL durch die Kanalnetz-berechnungen des Generalentwässerungsplans bekannt. Außerdem liefern die Feuerwehreinsätze vom 01.08.2002 und 11.08.2002 sehr gute Hinweise Schwachstellen in der Kanalisation (mündliche Auskunft Herr Garbers).

Für Sanierung und Kanalneubauten wird die Norm DIN EN 752 mit den dort empfohlenen Häufigkeiten konsequent angewendet. Die danach erforderlichen Überstauachweise werden geführt und die erforderlichen Abflusswege und Retentionsflächen in B-Plänen festgesetzt.

Untersuchungen mit SAGA GIS

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde für den Raum Lübeck das GIS-basierte hydrologische Verfahren mit dem Programm SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) angewendet. Die Abflussberechnungen mit SAGA basieren auf einem interpolierten Geländemodell im 25-Meter-Raster (DGM 25), den ATKIS DLM25 Landnutzungsdaten (Rauheiten) und einem vereinfachten effektiven Blockniederschlag aus Radarmessungen.

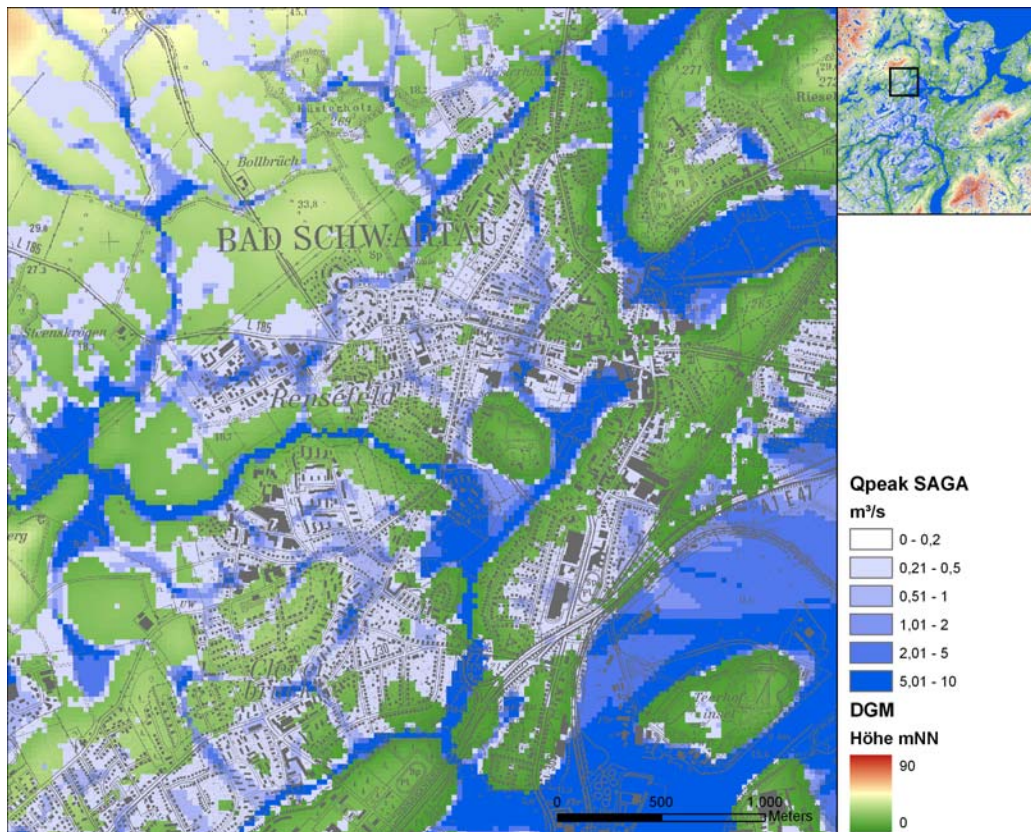


Abbildung 5-3: Abfluss- und Überflutungsberechnungen mit SAGA

Die Ergebnisse sind ausschnittsweise in der Abbildung 5-3 dargestellt. Es wird deutlich, dass mit dem Verfahren potenzielle Fließwege und Überflutungsbereiche gefunden werden, dass aber insbesondere im Flachlandbereich und in Gewässernähe z.T. unplausible Ergebnisse festgestellt werden.

6 Vorsorgemaßnahmen

6.1 Vorsorgemaßnahmen vor dem Ereignis

Die in den folgenden Kapiteln aufgeführten Maßnahmen und Aktivitäten wurden bereits vor dem Ereignis regelmäßig durchgeführt.

So wurden beispielsweise an der Medebek die hydraulischen Probleme schon vor dem Starkregen 2002 erkannt und Maßnahmen zur Sanierung der Vorflutverhältnisse durchgeführt. Bei den Starkregen konnte der Erfolg darin abgelesen werden, dass es in dem Bereich nur zu geringen Überflutungen kam.

6.2 Flächenvorsorge

Unter „Maßnahmen der Flächenvorsorge“ werden das Freihalten und die Sicherung überflutungsgefährdeter Flächen, Freihalten bedeutender Abflusswege (außerhalb der Gewässer) sowie die Ausweisung von Ableitungs- und Rückhalteflächen verstanden.

Freihalten überflutungsgefährdeter Flächen (EBL, Planungsamt, B-Plan)

In fast allen neueren städtebaulichen Planungen werden geeignete Bereiche wie bspw. Niederungen oder Rinnen mit Anschluss an den Vorfluter von Bebauung freigehalten und dort Grünanlagen oder Regenrückhaltebecken angelegt (Bericht Starkregen, S. 2). Erschließungsträger, die nach Einschätzung der EBL in schwierig zu ent-

wässernden Gebieten Projekte entwickeln, müssen den Belastungsfall Überflutung bei der Planung berücksichtigen und entsprechende Flächen als Notwasserweg oder zur Niederschlagswasserrückhaltung von Bebauung freihalten (Bericht Starkregen, S. 2).

Grundlage für diese Handhabung sind die §§ 30, 33 und 34 BauGB (Zulässigkeit von Vorhaben, insbesondere Sicherung der Erschließung) in Verbindung mit DIN EN 752 (Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden). Die Stadt argumentiert hierbei, dass der in der DIN EN 752 geforderte Nachweis des schadlosen Ableitens von ungenutztem Niederschlagswasser Bedingung für den Nachweis der Erschließung eines Baugebietes ist. Entsprechend werden in den Bebauungsplänen Notabflusswege für die schadlose Ableitung von ungenutztem und überstauendem Niederschlagswasser festgesetzt. Diese Notwasserwege werden dabei bspw. in Grünflächen zur Gestaltung, Auflockerung oder Gliederung der Baugebiete integriert, bzw. die Baugebiete entsprechend so zugeschnitten, dass Notwasserwege frei gehalten und angemessen genutzt werden können. Mit der Festsetzung "Grünflächen mit Zweckbestimmung Rückhaltung" im B-Plan wird vermieden, dass die Flächen – wie es bei technischen Rückhaltungen erforderlich wäre – technisch gesichert und eingezäunt werden müssen.

Hochwasserbereiche und Überflutungsflächen an der Trave und der Nebengewässer sind nicht immer von der Bebauung freigehalten worden. Hier werden die Bürger aufgefordert, sich auf Überflutungen einzustellen bzw. bei Neubau auf Keller zu verzichten und Fluchräume oberhalb der Hochwasserlinie vorzusehen. (Bericht Starkregen, S. 2).

Beispiel Hochschulstadtteil

Im Bebauungsplan Nr. 09.04.00 Hochschulstadtteil vom 16.03.2003 sind konkrete Maßnahmen zur Freihaltung von Notabflusswegen („Notwasserwege“) und erforderliche Lichtraumprofile festgesetzt. Die Grünflächen werden als Carlebachpark den Hochschulstandort auf und tragen entscheidend zur Attraktivität des neuen Viertels bei.

Weitere Festsetzungen ergänzen diese Maßnahme zur Vermeidung von sturzflutbedingten Überflutungen: Die vollständige Versickerung des Regenwassers ist im Hochschulstadtteil für die Gemeinbedarfsfläche (Stadtteilzentrum) und den Bereich des Innovations-Campus vorgeschrieben und festgesetzt. In den anderen Gebieten müssen „mindestens 50 % des auf den befestigten Flächen anfallenden Regenwassers auf den Grundstücken versickert bzw. zurückgehalten werden“ (Bebauungsplan, Nr. 09.04.00 Hochschulstadtteil vom 16.03.2003). Empfehlungen zur Vermeidung von Überflutungsschäden formulieren überdies, dass im Garten z.B. kleine Verwallungen an der Grundstücksgrenze so anzulegen sind, dass ein Überstau der Mulde nicht zu Überflutungsschäden auf benachbarten Grundstücken führt.



Abbildung 6-1: Carlebachpark im Hochschulstadtteil Lübeck



Abbildung 6-2: Carlebachpark im Hochschulstandort Lübeck mit probeweise eingestautem Niederschlagswasser

Quelle: Stadt Lübeck

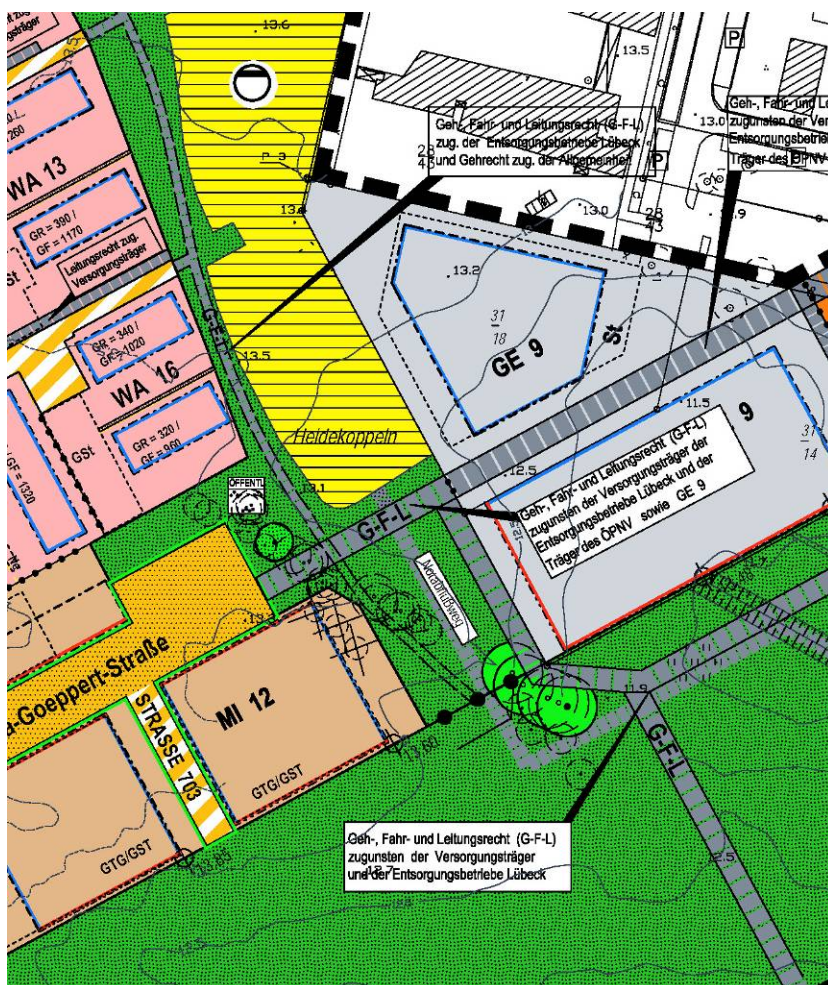


Abbildung 6-3: Ausschnitt aus dem B-Plan Nr. 09.04.00 Hochschulstadtteil, Teilbereich II vom 16.03.2003, Festsetzung von Notabflusswegen

Quelle: Stadt Lübeck

Beispiel Bebauungsplan Kronsforders Landstraße / Vorrader Straße – Rothebek

Ein weiteres Beispiel findet sich im Bebauungsplan Kronsforders Landstraße / Vorrader Straße – Rothebek. Hier werden folgende Festsetzungen im Bebauungsplan getroffen:

Außenanlagen:

- Wasserdurchlässige Oberflächen der Wege, Freisitze, Stellplätze und Grundstückszufahrten

Ableitung des Dach- und Oberflächenwassers:

- Direkteinleitung des Niederschlagswassers der Grundstücke 1 – 13, 34 und 101 – 103 wird pro Grundstück in die Rothebek
- Abgabe des Niederschlagswassers der Grundstücke 14 – 33 und 104 – 107 und der Straßen über Freigefälleleitungen an die Rothebek

Rückhaltung des Dach- und Oberflächenwassers:

- Versickerung des auf den Grundstücken 35-100 und 108-110 anfallende Dach- und Oberflächenwassers in Mulden-Rigole auf den Grundstücken. Es wird pro Strang ein Notüberlauf in die Rothebek bzw. an die vorhandene Leitung in der Kronsforders Landstraße hergestellt.

Regenrückhaltung:

- Auf der Maßnahmefläche M1 ist eine naturnah ausgebildete Regenrückhaltung anzulegen. Notwendige Einrichtungen zur Bewirtschaftung sind zulässig. Weitere Nutzungen der Fläche sind unzulässig.

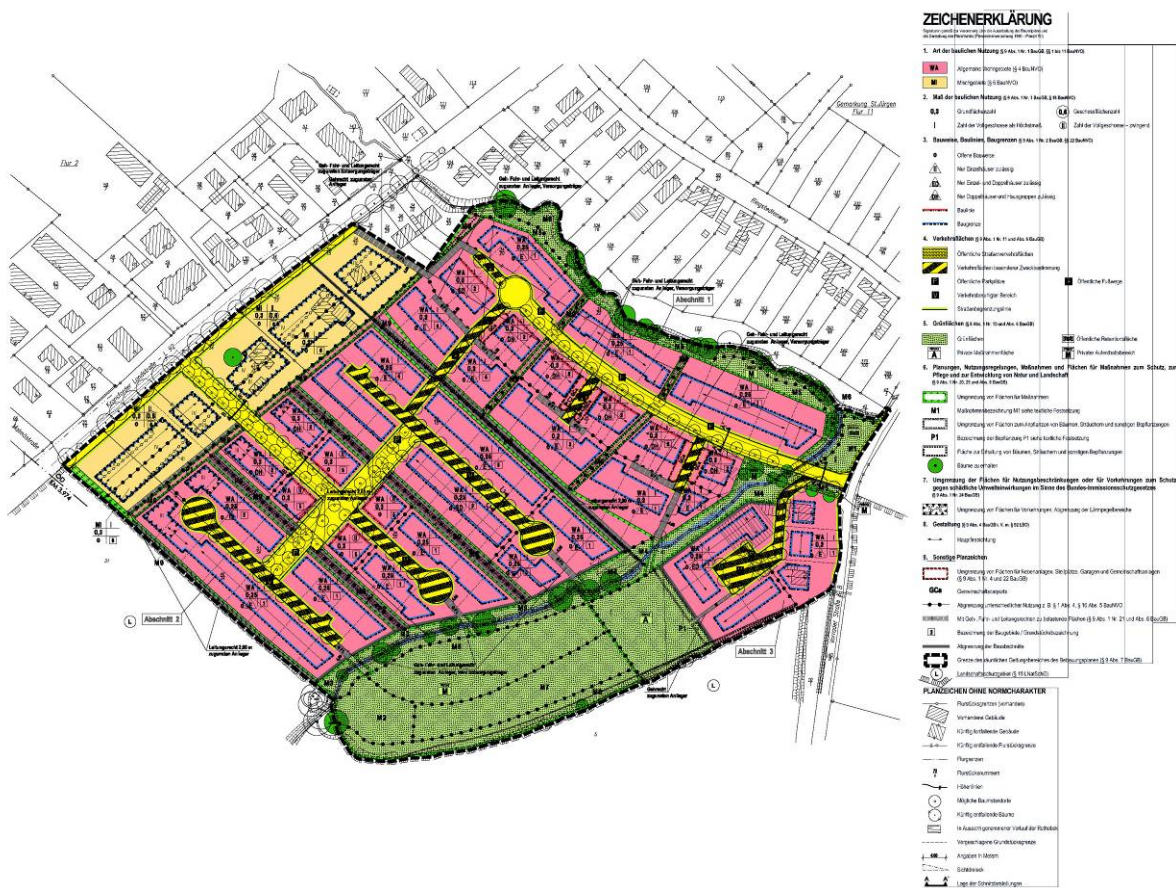


Abbildung 6-4: Bebauungsplan 09.16.00 – Kronsforders Landstraße / Vorrader Straße – Rothebek

Quelle: Stadt Lübeck, Entwurf, Stand März 2005

6.3 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen

Nicht-technische Maßnahmen zur Abflussminderung außerhalb der geschlossenen Bebauung können beispielsweise die Aufforstung von Flächen, die Schaffung natürlicher Rückhalteflächen oder eine veränderte Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen umfassen; innerhalb der Siedlungsbereiche sind dies beispielsweise Maßnahmen zur Entsiegelung, zur Regenwasserversickerung und zum Regenwasserrückhalt.

Aufforstung, Waldbewirtschaftung

Im Teileinzugsgebiet Medebek, bei dem häufig Überflutungen auch an der Bebauung auftraten, wurde eine bestehende Waldfläche durch Aktivierung des alten Gewässerlaufs der Medebek und Nutzung der Waldfläche als Retentionsfläche sowie der Neubau eines Regenrückhaltebeckens und die Anlage von Retentionsflächen vorgenommen. Die Maßnahmen wurden in Zusammenarbeit von EBL, Wasserbehörde, Wasser und Hafen geplant und durchgeführt. Die Wiedervernässung des / Änderung der Grundwasserverhältnisse im Wald wurde vom Waldeigentümer (Stadt Lübeck) ausdrücklich begrüßt und unterstützt. (Quelle: Wiese, 2002: Die Medebek ist renaturiert), (Quelle: Interview vom 01.03.2006)

Natürliche Rückhalteflächen

Bei fast allen städtischen Planungen werden die Niederungsbereiche von Bebauung freigehalten und dort Grünanlagen und Regenrückhaltebecken angelegt.

Versickerung

Im Jahr 2000 hat die Hansestadt Lübeck in § 13 der Entwässerungssatzung festgeschrieben, dass bei Neubauten und wesentlichen Umbauten eine Versickerung von Niederschlagswasser von den befestigten Flächen vorzunehmen ist. Eine Verpflichtung zur Versickerung kann im Bestandsgebiet wegen fehlender rechtlicher Grundlage nicht erfolgen. Bei Überlastung von zu sanierenden Netzteilen, die aber noch eine gute Bestandsqualität aufweisen, wird ebenfalls versucht, die Anwohner für eine Regenwasserversickerung auf ihrem Grundstück zu gewinnen. Das war bis zur Einführung des gesplitteten Gebührenmaßstabes wenig erfolgreich, weil für die Bewohner bis dahin keine finanziellen Anreize für eine Regenwasserversickerung bestanden. Es wird erwartet, dass mit Einführung der geteilten Abwassergebühr auch im Bestand die Anträge auf Versickerung zunehmen werden.

In neuen Bebauungsplänen wird ein Versickerungsgebot nach § 9 Abs. 20 BBauG bei geeigneten Bodenverhältnissen festgesetzt (Quelle: Bericht Starkregen 2002). Generell werden bei Versickerungsanlagen Notüberläufe in die öffentliche Kanalisation zugelassen.

Gebührensplittung

Die Stadt Lübeck hat am 18.05.2006 das Gebührensplittung für die Beseitigung von Schmutz- und Niederschlagswasser beschlossen, die Arbeiten zur Umsetzung durch die EBL finden derzeit statt. Die Schmutzwassergebühr bemisst sich nach dem Verbrauch von Frischwasser, die Niederschlagswassergebühr nach der bebauten und versiegelten Flächen auf den angeschlossenen Grundstücken.

(Quelle: <http://entsorgung.luebeck.de/niederschlagswassergebuehr/index.html>)

6.4 Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Abflussminderung und zur Verbesserung der Abflussleistung von Gewässern umfassen den Bau von Rückhaltebecken an Gewässern und im Kanalnetz, Gewässerausbau und – unterhaltung, insbesondere die Beseitigung von Abflussengpässen und kritischen Bauwerken im Gewässer und im Kanalnetz.

Gewässerausbau, -unterhaltung, Kritische Bauwerke

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplanes Bebauungsplan 09.16.00 – Kronsfordter Landstraße / Vorrader Straße - Rothebek haben die EBL im Rahmen der Trägerbeteiligung in ihrer Stellungnahme darauf hingewirkt, dass im Hinblick auf die Gewährleistung der Gebieterschließung (hier: Entwässerung) die Wirksamkeit des Bebauungsplans von der baulichen Umsetzung der Sanierung der Vorflut abhängig gemacht werden musste.

Die Sanierungsarbeiten umfassten die Vergrößerung des Durchlasses an der Kronsfordter Allee, der nicht die erforderliche Leistungsfähigkeit hatte. Die Grabenverrohrung an der Straße 'Hinter den Kirschkaten' hatte sich

als eine Engstelle herausgestellt – eine bauliche Sanierung der vorhandenen Rohleitungen hätte eine schadlose Ableitung des Niederschlagswassers nicht garantieren können (Quelle: Interview vom 01.03.2006).

An der Rothebek sind die erforderlichen Gewässerbaumaßnahmen (Vergrößerung der Vorflutleitungen und der Durchlässe unter der Geniner Straße und der Kronsforders Landstraße) bereits umgesetzt (Bebauungsplan 09.16.00 Kronsforders Landstraße/Vorraders Straße – Rothebek, Gesprächsnotiz EBL).

Kanalnetz bemessung, -sanierung, -erweiterung und -betrieb, Technische Rückhaltungen

Kanalstrecken, die sich bei (Stark-)Regenereignissen als überlastet erweisen, werden nach einer Prioritätenliste saniert. Bisher hatte die Abwasserreinigung Priorität, ein großer Anteil (50%) der zur Verfügung stehenden Gelder wurde für die Sanierung der Kläranlage aufgewendet (Prospekt Planung und Neubau: Investitionen) und Antwort auf kleine Anfrage zu Starkregen, Drucksache Nr. 56). In der Regel werden die Mischwasserkanäle durch Trennkanalesation ersetzt. Bezüglich der Aktivitäten zur Regenwasserversickerung vgl. Kap. 6.3.

Für Sanierung und Neuanschlüsse wird die DIN EN 752 mit den dort empfohlenen Häufigkeiten konsequent angewendet. Die danach erforderlichen Überstaunachweise werden geführt und die erforderlichen Abflusswege und Retentionsflächen zur Gewährleistung der Erschließung der Vorhaben in B-Plänen festgesetzt (vgl. Kap. 6.2).

6.5 Bauvorsorge

Maßnahmen der Bauvorsorge umfassen schadensmindernde vorbeugende Maßnahmen an gefährdeten Objekten wie feste und mobile Schutzeinrichtungen und Rückstauklappen.

Beratung, Information und Material für die Betroffenen zu Rückstauklappen und schadensmindernde Maßnahmen an gefährdeten Objekten

Die EBL haben ein Merkblatt zum „Schutz gegen Rückstau aus dem Abwassernetz“ (Lübeck, 2002) herausgegeben. In dem Merkblatt sind die Maßnahmen zur Rückstausicherung, zu Drainagen, zum Schutz tiefliegender Hofflächen und Einrichtungen sowie zur Sicherung der Keller gegen oberflächlich abfließendem Wasser beschrieben (Quelle: Interview vom 01.03.2006).

Auflagen gegen Hochwasser in den Bebauungsplänen

Im Bebauungsplan 01.71.02 Südliche Wallhalbinsel sind Auflagen zur Hochwasservorsorge definiert. So müssen Aufenthaltsräume vor Hochwasser bis 2,20 m über NN gesichert sein. Räume zum dauernden Aufenthalt von Menschen in Wohnungen müssen die gleiche Sicherung bis NN+3,87 aufweisen. Ausnahmen können zugelassen werden, wenn mindestens ein Aufenthaltsraum einer Wohnung (z.B. Maisonettewohnung) über 3,87 m über NN liegt.

6.6 Risikovorsorge

Unter „Maßnahmen der Risikovorsorge“ wird eine finanzielle Vorsorge für den Fall, dass trotz Vorsorge ein Hochwasserschaden eintritt, verstanden. Typischerweise sind dies Versicherungslösungen.

Der Umfang der abgeschlossenen Elementarversicherungen ist nicht bekannt.

6.7 Informationsvorsorge

Maßnahmen der „Informationsvorsorge“ umfassen die Beratung und Information für die Betroffenen, beispielsweise die Veröffentlichung von Risikokarten und Verbreitung von Informationsmaterial.

Mithilfe der vorhandenen Überschwemmungsgebiets- und Gefahrenkarten (vgl. Kap. 5) haben die Bürger die Möglichkeit, sich detailliert über eine potenzielle Hochwassergefährdung ihrer Grundstücke zu informieren.

Ergänzend bieten die verschiedenen beteiligten Referate der Stadt Informationsmöglichkeiten zum Thema Hochwassergefährdung an, beispielsweise auch zu den Bereichen, die bei Kanalüberstau besonders gefährdet sind.

Zur besseren Information zu den Möglichkeiten des Schutzes vor Rückstau aus dem öffentlichen Kanalnetz haben die EBL ein Merkblatt „Schutz gegen Rückstau aus dem Abwassernetz“ herausgegeben.

6.8 Verhaltensvorsorge

Verhaltensvorsorge umfasst die Warnung vor Hochwasser und die Umsetzung in konkretes Handeln. Dazu zählen auch Trainings und Übungen, bei denen diese Handlungsabläufe außerhalb von Hochwasserzeiten eingeübt werden.

Bezüglich der Überflutungsgefährdung durch die größeren Gewässer und Sturmflutgefahr bestehen Informationssysteme des Landes, mit denen sich die zuständigen Stellen und die Bürger über die Entwicklung der Pegelstände und die Einschätzung der Gefahrenlage informieren können.

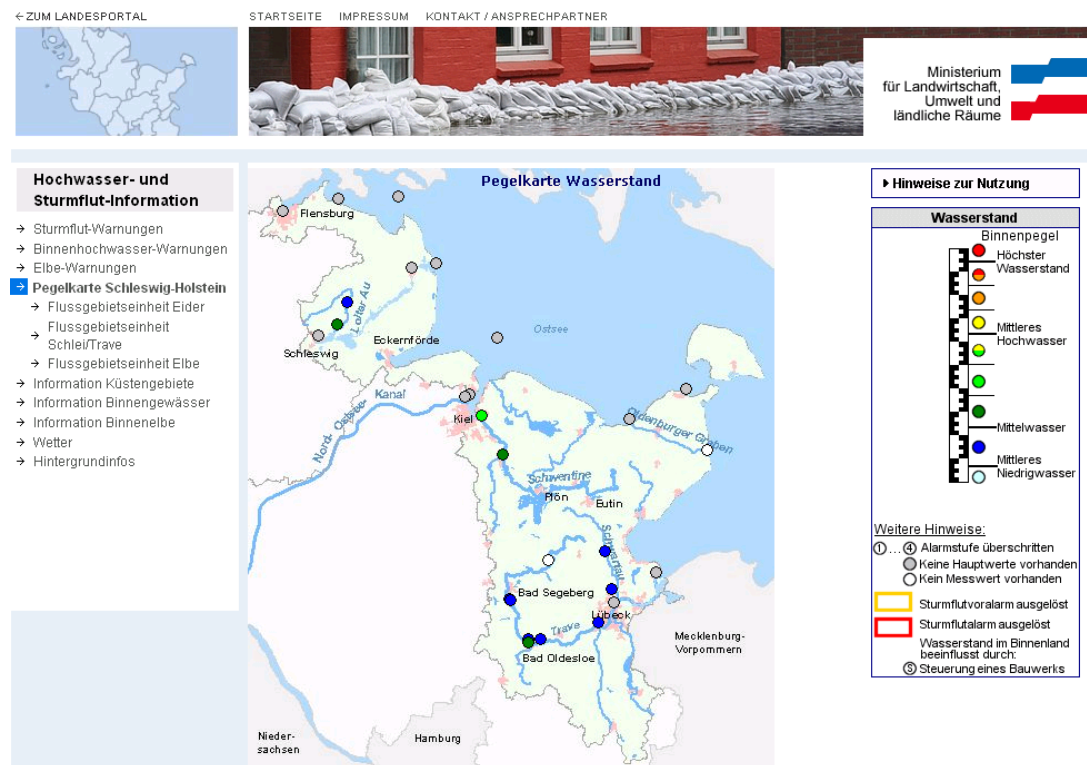


Abbildung 6-5: Hochwasser- und Sturmflutinformationssystem des Landes

Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume

Zur Einschätzung der Überflutungsgefährdung durch die kleineren Gewässer und die Kanalisation werden die Wetterradarbilder des DWD regelmäßig von der Feuerwehr beobachtet. Weiterhin werden FeWIS und andere Quellen, die im Internet verfügbar sind, zu Vorwarnungen genutzt.

Eine Warnung der potenziell betroffenen Bürger bei Starkregenereignissen findet (aufgrund der sehr kurzen Vorwarnzeiten) nicht statt. Eine etwa 30-minütige Vorwarnung, ob ein Starkniederschlag mit einiger Sicherheit das Stadtgebiet erreicht, wäre für die Feuerwehr für die Organisation und Vorbereitung (Aktivierung der Freiwilligen Feuerwehren, s. 5.1) sehr nützlich.

Der Austausch von Daten und Erfahrungen der EBL und Feuerwehr nach jedem Ereignis wird angestrebt. Für die EBL wäre es möglich, aus der Tabelle der Feuerwehreinsätze Karten zu erstellen.

Die Einweisung der Feuerwehr in die Kanalnetz Karte bzw. Karte der kritischen Bereiche ist geplant. Hierbei soll das Sielkataster mit Höheninformationen ausgestattet werden, mit denen beurteilt werden kann, ob Leerpumpen von Kellern überhaupt Sinn macht.

Aufklären; Üben von Gefahrensituationen

Am 21.10. und 22.10.2005 wurde an der deutschen Ostseeküste eine gemeinsame, länderübergreifende Großübung mit dem Namen „Arche 05“ durchgeführt. Das Ziel war es, die Abwehr einer schweren Ostseesturmflut zu simulieren. An der Übung waren beteiligt die Katastrophenabwehrstäbe der Länder, die Landkreise und die kreisfreien Städte mit Tausenden von Einsatzkräften der Feuerwehr, Polizei, des Technischen Hilfswerks, der Wasser- und Bodenverbände, des DWD, der Bundeswehr u.v.m. Ziel der Übung war die Überprüfung der Hochwasserabwehrpläne auf unterschiedlichen Ebenen (Quelle: Interview vom 01.03.2006).

7 Quellen

7.1 Interviewdaten

Ort (inkl. PLZ)	Entsorgungsbetriebe Lübeck (EBL)
Datum	01.03.2006
Termin	10.00 bis 13.00 Uhr

Interviewpartner	Amt/Organisation	Funktion	Tel. / E-Mail
Herr Garbers	EBL	Sachgebietsleiter Planung	0451/1226842 joern.garbers@luebeck.de
Herr Thyen	EBL	Abteilungsleiter Abwasser / Gewässerschutz	0451/40009101 zkwthyen@freenet.de
Herr Faasch	Berufsfeuerwehr Lübeck		
Herr Richter	Berufsfeuerwehr Lübeck		
Fritz Hatzfeld	Hydrotec	Projektleitung	bekannt
Thomas Einfalt	Hydrotec	Projektbearbeiter	bekannt

7.2 Weitere Kontaktpersonen

7.3 Literatur

- DPA Meldung
- Einfalt & Hydrotec GbR (2002): Untersuchung der räumlichen Verteilung von Regenintensitäten in Lübeck mit Hilfe von Radarmessdaten. Kurzbericht für die Entsorgungsbetriebe Lübeck.
- Einfalt & Hydrotec GbR (2002): Untersuchung des Ereignisses 17.7.2002 für die EBL
- Hansestadt Lübeck (2005): Statistisches Jahrbuch, Abrufbar unter: <http://www.luebeck.de/>
- Hansestadt Lübeck Pressearchiv
- Hansestadt Lübeck, Fachbereich Stadtplanung, Bereich Stadtentwicklung, Bebauungsplan Nr. 09.04.00, Hochschulstadtteil, Teilbereich I, Südliches Wohngebiet.
- Lübecker Nachrichten
- Lübecker Stadtzeitung
- Stadt Lübeck Pressearchiv
- Wikipedia – die freie Enzyklopädie: Abrufbar unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>

7.4 Verwendete Daten

- Basis DLM
- CORINE Land Cover (1996)
- Digitales Geländemodell DGM 25 Deutschland
- Digitales Landschaftsmodell DLM 250
- KOSTRA 1990
- KOSTRA-DWD 2000
- Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: Versickerungseigenschaften und Grundwasserstände im Stadtgebiet von Lübeck

Abkürzungen

EBL	Entsorgungsbetriebe Lübeck
DWD	Deutscher Wetterdienst
CORINE	Coordinated Information of the European Environment
DGM	Digitales Geländemodell
DLM	Digitales Landschaftsmodell
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung
KONRAD	Konvektionsentwicklung in Radarprodukten
DTK	Digitale Topografische Karte
RÜB	Regenüberlaufbecken
UTC	Koordinierte Weltzeit (Universal Time Coordinated): UTC+2 entspricht MESZ (Mittleuropäische Sommerzeit)



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Lübeck

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil B: Niederschlagsuntersuchung.....	2
1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Lübeck	2
1.1 Warnung.....	2
1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen	2
1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung	2
1.2.2 Radardatenanalyse	2
1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber	3
1.2.4 DWD-Gutachten	5
1.2.5 KOSTRA-DWD 2000	5
1.3 Analyse	6
1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung	7

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: KONRAD-Tagesfile VX (links) und VX Produkt von 1:47 Uhr (18.07.02) (rechts) des Radars Hamburg.....	2
Abbildung 1-2: Angeeichte und aufsummierte Radarbilder für den 17.7.2002 2:00 Uhr und 19.7.2002 1:55 Uhr MESZ.....	4
Abbildung 1-3: Maximale Stundensumme für den 17.07.2002 (Zeit in UTC)	4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Niederschlagsmengen im Raum Lübeck vom 16. - 19. Juli 2002 (Tageswechsel um 8:30 Uhr MESZ).....	3
Tabelle 1-2: KOSTRA-DWD 2000-Auswertung für Lübeck	6

Bearbeitung:

Dr. Thomas Einfalt
 Markus Jessen
 Dr. Jörg Seltmann, DWD
 Andreas Wagner, DWD

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Lübeck

1.1 Warnung

Das KONRAD-Tagesfile zeigte keinerlei Primärzellen im Bereich Lübeck. Dennoch waren gerade am späten Abend viele Sekundärzellen, die auf leicht konvektive Zellen und Schauerzellen hindeuteten zu sehen. Andere Warnungen oder Starkregen konnten von KONRAD nicht abgeleitet werden. Am 18.07.02 zeigten sich einige Primärzellen NO von Lübeck. Der dortige Niederschlag in 10-20 km Entfernung von Lübeck war auch als erheblich stärker einzustufen. Dort kam es über mehrere Stunden immer wieder zu Starkniederschlagswarnungen, während es im Raum Lübeck nur gegen 5:00 Uhr zu diesen Warnungen kam. Trotzdem gab es in der Nacht in Lübeck dauerhaft die Meldung von Sekundärzellen.

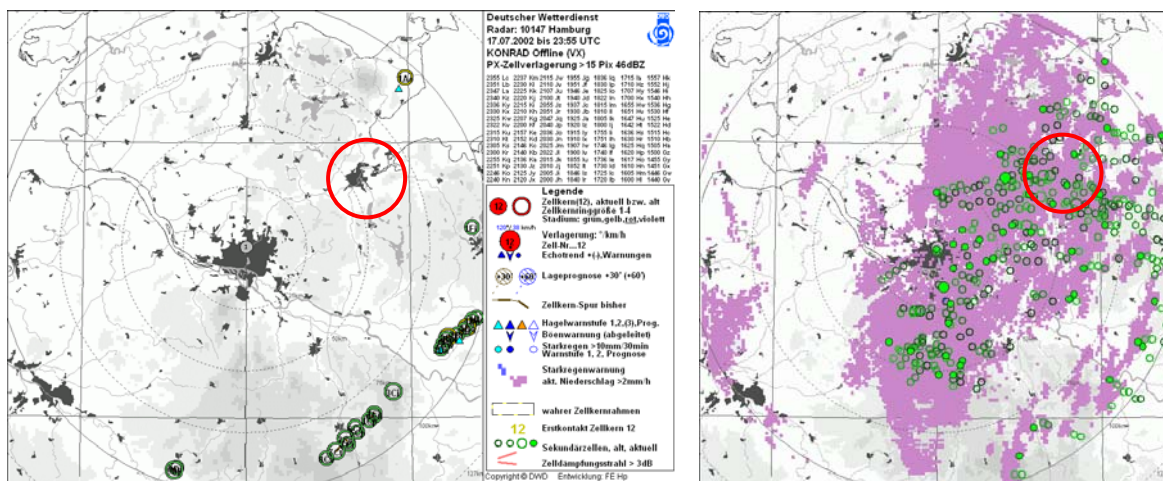


Abbildung 1-1: KONRAD-Tagesfile VX (links) und VX Produkt von 1:47 Uhr (18.07.02) (rechts) des Radars Hamburg

1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen

1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung

Bodentief CLAUDIA, das sich im Mittelmeergebiet aus einer westlichen Höhenströmung entwickelt hatte, bestimmte in den folgenden Tagen das Wetter in Deutschland. Es zog nordwärts und führte am Übergangsbereich seiner Warmfront und kälterer Luft durch Hebungsvorgänge zu kräftigem Regen und Gewittern, wobei der Küstenbereich erst in der Nacht auf den 18.07. betroffen wurde. Durch den Tiefdruckwirbel musste örtlich mit Starkregen bis zu 100 Litern pro Quadratmetern gerechnet werden. Zentren der Niederschlagstätigkeit des 18.07. waren der Brocken mit 155 Litern Niederschlag und Lübeck mit bis zu 96 Litern.

1.2.2 Radardatenanalyse

Die Nacht des 17.07.02 brachte im gesamten Radarbereich keinen Niederschlag. Um 6.00 Uhr zeigten sich erste kleine konvektive Zellen, die in ONO-Richtung südlich an Lübeck vorbeizogen. Im Laufe des Vormittags nahm der Niederschlag im Radarbereich zu, wobei Lübeck erst am Nachmittag überregnet wurde. Um 15.00 Uhr überstrich der nördliche Ausläufer eines größeren Niederschlagsgebiets die Stadt, die anfänglich noch kräftige Konvektion nahm mit Erreichen des Stadtgebiets ab, dennoch kam es noch zu mäßig starken Niederschlagsintensitäten. Gegen 18.00 Uhr wurde der Niederschlag sehr variabel und hörte zeitweise sogar auf, ehe 30

Minuten später das nächste Niederschlagsgebiet Lübeck erreichte. Die anfangs noch geringen Niederschlagsmengen nahmen mit zunehmender Konvektion zu. Ab 23 Uhr waren die Niederschlagsmengen recht hoch. Der gesamte Radarbereich war gegen Mitternacht von meist kräftigen Niederschlag überdeckt, im Bereich Lübeck weitgehend konvektiver Art.

Der Hauptniederschlag fiel in der Nacht vom 17.07. auf den 18.07.02. Der Niederschlag am 17.07. war jedoch nicht als stark konvektiv zu klassifizieren. Durch die lange Dauer summierten sich jedoch die Niederschläge.

Bis 6.00 Uhr morgens regnete es intensiv weiter. Immer wieder wurde feuchte Luft aus SO heran transportiert. Danach wechselten sich kurze trockene Abschnitte mit weiterem mäßigen Regen ab, bis gegen 8:45 Uhr erneut eine sehr kleine konvektive Zelle über Lübeck zog, deren Niederschlag aber nur kurz währte. Ab 10:30 Uhr zog das große Niederschlagsgebiet komplett nach Westen ab, nachfolgend kam es in den kommenden Stunden zwar immer wieder zu leichten Niederschlägen, die aber von der Menge her unbedeutend waren. Ab 16:00 Uhr blieb es in Lübeck komplett trocken, ehe gegen 21:00 Uhr feuchte Luft im SO von Lübeck etwas Regen brachte.

Die Niederschläge, die am 17.07. und 18.07.2002 im norddeutschen Raum auftraten, sind als ein Ereignis anzusehen. Das Tief „Claudia“ führte verbreitet zu Dauerregen, der im Raum Lübeck am 17.07.2002 in der Nachmittagszeit einsetzte und dann mit mäßiger und starker Intensität nahezu ohne Unterbrechungen als geschlossenes Regenergebnis bis zum 18.07.2002 vormittags andauerte.

1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber

Die Niederschlagsmessungen im Gebiet der Stadt Lübeck und der näheren Umgebung entstammen Tageswertaufzeichnungen und kontinuierlichen Messungen des DWD und des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein. Tabelle 1-1 zeigt die vom 16.7.2002 8:30 Uhr bis 19.7.2002 8:30 Uhr MESZ aufgezeichneten Summen.

Tabelle 1-1: Niederschlagsmengen im Raum Lübeck vom 16. - 19. Juli 2002 (Tageswechsel um 8:30 Uhr MESZ)

Station	Messung	16.07.2002	17.07.2002	18.07.2002	19.07.2002	Summe
Lübeck-Blankensee	kontinuierlich	0.0	96.0	11.3	2.7	110.0
Eutin	kontinuierlich	0.0	88.8	23.4	1.1	113.3
Lübeck-Dornbreite	Tageswert	0.0	100.2	14.6	1.7	116.5
Bad Schwartau - Parinerberg	Tageswert	0.0	117.2	30.0	2.6	149.8
Selmsdorf	Tageswert	0.0	129.4	21.3	3.8	154.5

Die Radardaten des Radars Hamburg wurden quantitativ ausgewertet und mit den vorhandenen Regenschreiberaufzeichnungen angeeicht. Die Radardaten wurden hierzu nicht auf Dämpfungseffekte überprüft. Als Ergebnis wurde ein Summenbild aus Radardaten erstellt und die maximale Stundensumme der beiden Tage berechnet. Deutlich wird, dass die höchsten Niederschläge in der Achse von Selmsdorf über Kücknitz bis in die Region nordwestlich von Lübeck aufgetreten sind und hier eine Gesamtniederschlagshöhe von bis zu 165 mm erreichten. Die Regenschreiber in Bad Schwartau Pariner Berg und Selmsdorf haben daher auch die maximalen Niederschläge aufgezeichnet. Im Stadtgebiet Lübecks wurden in diesem Korridor bis zu 150 mm aus den angeeichten Radardaten für das Gesamt ereignis und maximal 29 mm für die höchste Stundensumme ermittelt. Abbildungen 1-2 und 1-3 zeigen die Ergebnisse.

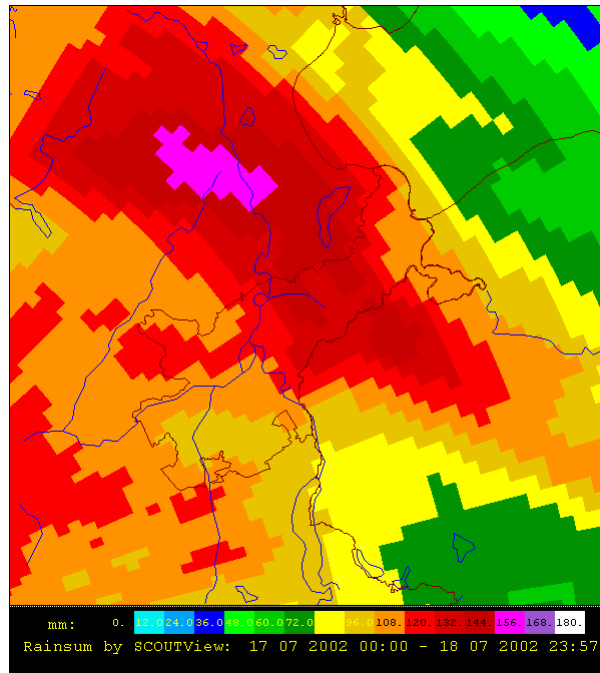


Abbildung 1-2: Angezeigte und aufsummierte Radarbilder für den 17.7.2002 2:00 Uhr und 19.7.2002 1:55 Uhr MESZ

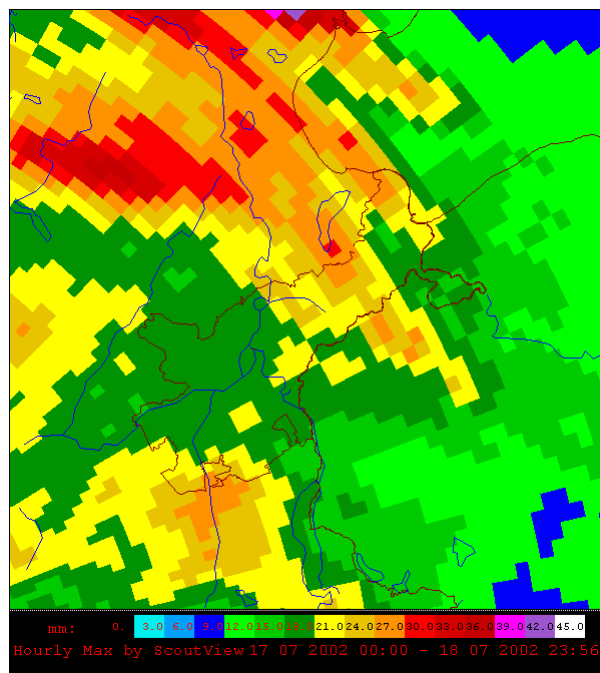


Abbildung 1-3: Maximale Stundensumme für den 17.07.2002 (Zeit in UTC)

1.2.4 DWD-Gutachten

An der Station **Lübeck-Blankensee** wurden am 17.07. und 18.07.2002 zu den Klimaterminen folgende Regenmengen in mm (Liter pro Quadratmeter) gemessen:

	Niederschlagsmenge in mm im Intervall der Klimatermine			Tagessumme des Niederschlages in mm
	07.50 Uhr	13.50 Uhr	19.50 Uhr	
17.07.02	Keine	Keine	9.5	95.7
18.07.02	86.1	66.8	Keine	11.7
19.07.02	4.9			

Für die Tagessummen des Niederschlages gilt folgender Bezugszeitraum:

07.50 Uhr des Datumstages bis 07.50 Uhr des Folgetages.

Die Niederschlagsmessstellen **Lübeck-Dornbreite** und **Pariner Berg** meldeten am 17.07. und 18.07.2002 folgende Niederschlagsmengen:

	Tagessumme des Niederschlages in mm	
	Lübeck-Dornbreite	Pariner Berg
17.07.02	100.2	117.2
18.07.02	14.6	30.0

Lübeck-Dornbreite

Einsetzender Regen am 17.07.2002 nachmittags. Er dauerte bis zum 18.07.2002 vormittags und war zeitweise mit Gewittern verbunden. Dann nochmals Regen am Abend des 18.07.2002.

Pariner Berg

Einsetzender Regen am 17.07.2002 nachmittags. Er dauerte am 18.07.2002 bis zum Vormittag und war zeitweise mit Gewittern verbunden.


Die Beobachterin machte noch folgende Anmerkungen: „Die Regenmengen am 17./18.07.2002 haben die Pariner Straße zwischen Bad Schwartau Groß Parin unterspült und unpassierbar gemacht. Sie konnte erst nach Bauarbeiten 12 Tage später wieder benutzt werden. Viele Keller in Bad Schwartau mussten gelenzt werden, auch manche Parterrewohnungen. In der Straße Klein Mühlen stand das Wasser ½ m hoch. Auch die Nachbarorte waren stark betroffen. Viele Wasserschäden überall.“

Nach extremwertstatistischen Auswertungen kommt im Raum Lübeck ein Niederschlagsereignis mit einer Niederschlagshöhe von ca. 95 bis 105 mm innerhalb von ca. 18 Stunden etwa einmal in ca. 100 Jahren vor.

1.2.5 KOSTRA-DWD 2000

Die maximal ermittelten Mengen der Regenschreiber sowie der angeeichten Radardaten ordnen sich im Stadtgebiet laut KOSTRA-DWD 2000 (Tab. 1-2) für die 24-Stundensumme (bis 150 mm) in den Bereich deutlich größer 100-jährlich ein, während der maximale Stundensumme (29 mm) in der Größenordnung 50-jährlich liegt.

Tabelle 1-2: KOSTRA-DWD 2000-Auswertung für Lübeck



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Lübeck
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Rasterfeld : Spalte: 40 Zeile: 18

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	2,8	92,3	4,5	150,5	6,3	208,6	8,6	285,5	10,3	343,6	12,1	401,7	14,4	478,6	16,1	536,7
10,0 min	5,1	85,0	7,1	118,1	9,1	151,2	11,7	195,0	13,7	228,2	15,7	261,3	18,3	305,1	20,3	338,2
15,0 min	6,6	73,4	8,8	97,2	10,9	121,1	13,7	152,6	15,9	176,4	18,0	200,2	20,9	231,7	23,0	255,6
20,0 min	7,6	63,7	9,9	82,6	12,2	101,5	15,2	126,4	17,4	145,3	19,7	164,2	22,7	189,1	25,0	208,0
30,0 min	9,0	49,9	11,4	63,5	13,9	77,1	17,1	95,0	19,5	108,6	22,0	122,2	25,2	140,1	27,7	153,7
45,0 min	10,1	37,4	12,7	47,2	15,4	56,9	18,9	69,8	21,5	79,6	24,1	89,4	27,6	102,3	30,3	112,1
60,0 min	10,7	29,8	13,5	37,5	16,3	45,2	20,0	55,5	22,8	63,2	25,5	70,9	29,2	81,2	32,0	88,9
90,0 min	11,8	21,8	14,9	27,6	18,1	33,5	22,3	41,2	25,4	47,1	28,6	52,9	32,8	60,7	35,9	66,5
2,0 h	12,6	17,5	16,0	22,3	19,5	27,1	24,0	33,4	27,5	38,2	31,0	43,0	35,5	49,3	39,0	54,1
3,0 h	13,8	12,9	17,7	16,4	21,6	20,0	26,8	24,8	30,7	28,5	34,7	32,1	39,8	36,9	43,7	40,5
4,0 h	14,8	10,2	19,0	13,2	23,3	16,2	29,0	20,1	33,3	23,1	37,5	26,1	43,2	30,0	47,5	33,0
6,0 h	16,2	7,5	21,1	9,7	25,9	12,0	32,3	15,0	37,2	17,2	42,0	19,5	48,5	22,4	53,3	24,7
9,0 h	17,8	5,5	23,3	7,2	28,8	8,9	36,1	11,1	41,6	12,8	47,1	14,5	54,4	16,8	59,9	18,5
12,0 h	19,0	4,4	25,0	5,8	31,0	7,2	39,0	9,0	45,0	10,4	51,0	11,8	59,0	13,7	65,0	15,0
18,0 h	20,4	3,2	26,3	4,1	32,1	5,0	39,8	6,1	45,6	7,0	51,5	7,9	59,2	9,1	65,0	10,0
24,0 h	21,9	2,5	27,5	3,2	33,1	3,8	40,6	4,7	46,3	5,4	51,9	6,0	59,4	6,9	65,0	7,5
48,0 h	28,1	1,6	37,5	2,2	46,9	2,7	59,3	3,4	68,8	4,0	78,2	4,5	90,6	5,2	100,0	5,8
72,0 h	38,2	1,5	45,0	1,7	51,8	2,0	60,7	2,3	67,5	2,6	74,3	2,9	83,2	3,2	90,0	3,5

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
 h - Niederschlagshöhe (in [mm])
 rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	8,75	13,50	25,00	27,50	37,50	45,00
100 a	23,00	32,00	65,00	65,00	100,00	90,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)
 bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,
 bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,
 bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

1.3 Analyse

Anhand der ausgewerteten Radardaten lässt sich erkennen, dass insbesondere im Bereich von Kücknitz, sowie in der Region nordwestlich von Lübeck die größten Niederschlagsmengen gefallen sind.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Niederschlagsmengen und die räumliche Verteilung im Stadtgebiet gut abgebildet sind.

1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung

Durch die Verwendung von radargemessenen Niederschlagsdaten lässt sich einschätzen, welche Stadtteile besonders von den Niederschlagsereignissen im Juli betroffen waren.

Deutlich ist, dass bei dem Ereignis vom 17.07.-18.07.02 der Bereich Kücknitz-Schlutup die höchsten Niederschläge aufweist. Insgesamt sind bei dem Ereignis Unterschiede zwischen den Stadtteilen zu erkennen.

Bei extremen Ereignissen wie dem in Lübeck sind sowohl die Messung des Niederschlages als auch seine Vorhersage schwierig, ungenau und zum Teil fehleranfällig. Deshalb ist es wichtig, möglichst viele, voneinander unabhängige Datenquellen zu nutzen und auszuwerten.



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Lübeck

Teil C: Untersuchung der räumlichen Variabilität des Niederschlags in Lübeck

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil C: Untersuchung der räumlichen Variabilität des Niederschlags in Lübeck	3
1 Niederschlagsuntersuchung Lübeck	3
1.1 Problemstellung und Ziele	3
1.2 Bisherige Bemessungsniederschläge und Einsatz für Kanalnetzrechnung.....	4
1.3 Vergleich der Niederschläge realer Niederschlagsereignisse mit Bemessungsniederschlägen	5
1.4 Statistik der Niederschlagsdaten aus Radar (für bemessungsrelevante Ereignisse)	8
1.4.1 Verfahren der Auswertung.....	8
1.4.2 Ergebnisse der Auswertung	11
1.4.3 Fazit der Auswertung.....	12
1.5 Vergleich von Niederschlagsvorhersagen mit real gemessenen Daten für ausgewählte Ereignisse	13
1.5.1 Aufgabenstellung.....	13
1.5.2 Vorgehen	13
1.5.3 Fazit der Ereignisuntersuchung.....	17
1.6 Fazit.....	17
2 Literatur	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Bemessungsniederschläge der Dauerstufe 15 Minuten aus vier Auswertungen.....	4
Abbildung 1-2:	Bemessungsniederschläge der Dauerstufe 60 Minuten aus vier Auswertungen.....	5
Abbildung 1-3:	Bemessungsniederschläge der Dauerstufe 120 Minuten aus vier Auswertungen.....	5
Abbildung 1-4:	Niederschlagstagesumme aus den Radarbildern für den 18.06.2002.....	7
Abbildung 1-5:	Auswertung der Wiederkehrzeiten (Jahre) der maximalen Stundensummen des Ereignisses vom 18.06.2002.....	8
Abbildung 1-6:	Auftretenshäufigkeit (in den untersuchten 14 Ereignissen) von mindestens 5-jährlichen Stundensummen	9
Abbildung 1-7:	Wiederkehrzeit der mit den verschiedenen Stationen angeeichten Stundensummen am 10.06.2002	10
Abbildung 1-8:	Auftretenshäufigkeit von mindestens 10-jährlichen Halbstundensummen zwischen 2000 und 2005	11
Abbildung 1-9:	Auftretenshäufigkeit von mindestens 10-jährlichen Zweistundensummen zwischen 2000 und 2005, im Vergleich zu KOSTRA2000 (im Hintergrund)	12
Abbildung 1-10:	Niederschlagsverlauf am Regenschreiber Blankensee (alle anderen Stationen sind Tageswertstationen).....	13
Abbildung 1-11:	Eintreffen des Niederschlagsfelds in Lübeck	14
Abbildung 1-12:	Vorhergesagte 2-Stunden-Summe um 16:10 Uhr UTC.....	14
Abbildung 1-13:	Vorhergesagte 2-Stunden-Summe um 16:17 Uhr UTC.....	15
Abbildung 1-14:	Angeeichte Radarsumme von 16:30 bis 18:30 Uhr UTC	15
Abbildung 1-15:	Vorhergesagte Regenmengen an der Station 106_174 (rot = gemessen)	16
Abbildung 1-16:	KONRAD-Warnprodukt des DWD um 16:17 Uhr UTC	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Volumenbilanz bei einer angenommenen Änderung der Bemessungsstandards in Lübeck	3
Tabelle 1-2:	Ausgewählte Ereignisse und ihre Häufigkeit 2000 – 2005 an der Station Blankensee	6
Tabelle 1-3:	Ausgewählte Ereignisse (in mm) auf der Basis aller Stationen (Tageswechsel 7:30 Uhr) ..	7
Tabelle 1-4:	Korrekturfaktoren Regenschreiber / Radar für alle verfügbaren Stationen (neue Ereignisse).....	10
Tabelle 1-5:	Wiederkehrzeit in Jahren der Niederschlagsmenge am höchsten Pixel.....	11

Teil C: Untersuchung der räumlichen Variabilität des Niederschlags in Lübeck

1 Niederschlagsuntersuchung Lübeck

1.1 Problemstellung und Ziele

Bei der Untersuchung der Auswirkungen von Extremniederschlägen in städtischen Gebieten ist es bedeutsam, mit welchen Bemessungsverfahren die Kanalisation dimensioniert wurde, da die verschiedenen Bemessungsansätze unterschiedliche Sicherheiten enthalten.

Zentrale Bedeutung bei den Bemessungsverfahren haben die verwendeten Niederschläge, die durch Niederschlagsmenge, Intensität, Dauer, Verlauf und räumliche Verteilung und damit verbunden die Auftretenswahrscheinlichkeiten gekennzeichnet sind.

Wenn sich die bemessungsrelevanten Niederschläge ändern, so hat das Auswirkungen auf den Entwässerungskomfort und ebenso auf die für die Bemessung von Kanalnetzen anzusetzenden Transportkapazitäten – also die Rohrdurchmesser.

Selbst bei der Verwendung von kontinuierlichen gemessenen Niederschlagsdaten für die Kanalnetz bemessung, die zunehmend bei den Bemessungsverfahren angewendet werden, stellt sich die Frage der zutreffenden räumlichen Niederschlagsverteilung, da die Gebietsabdeckung durch Niederschlagsschreiber i. Allg. nicht so dicht ist, dass räumliche Strukturen zutreffend abgebildet werden können. Hier bieten die Messdaten aus Niederschlagsradar, die die räumlichen Strukturen des Niederschlags detailliert erfassen, neue und interessante Möglichkeiten, die in dieser Fallstudie untersucht werden.

Für diese Schwerpunktuntersuchung am Beispiel der Stadt Lübeck wurden folgende Untersuchungsfragen formuliert:

- Gibt es räumliche Unterschiede bei den Bemessungsregen über Lübeck?
- Ist ein Trend aus den bisherigen Messungen zu erkennen?
- Bietet ein Vergleich von Starkregen in allen Dauerstufen Zusatzinformationen für die Bemessung?
- Ist es möglich, mindestens 30 Minuten vor einem Ereignis, vor Extremniederschlägen zu warnen?

Nach einem Vergleich der bisher verwendeten Bemessungsniederschläge für die Stadtentwässerung Lübeck mit KOSTRA und der über 30-jährigen Reihe der DWD-Station Blankensee wird abgeschätzt, inwieweit diese die tatsächliche Belastungssituation bei Starkregen ausreichend genau abbilden. Ein wesentliches Augenmerk wurde auf Änderungen des Niederschlagsgeschehens in den letzten Jahren gelegt (bis Sommer 2005).

Tabelle 1-1: Volumenbilanz bei einer angenommenen Änderung der Bemessungsstandards in Lübeck

Lübeck	N=1 Jahr			N=5 Jahre		
Dauerstufe [min]	15	30	60	15	30	60
Kostras 90 [mm]	8.4	10.4	12.4	13.1	16.2	19.3
DWD Gutachten 1973 [mm]	9.6	12.6	15.9	15.9	20.5	25.4
Differenz [mm]	1.2	2.2	3.5	2.8	4.3	6.1
Differenz [%]	13	17	22	18	21	24
kanalisierte Fläche Lübeck (lt. Wasserrechtsanträgen) [km²]	49	49	49	49	49	49
Abflussbeiwert	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Volumen aus Differenz [m³]	245 000	342 222	431 447	345 157	411 122	470 709

1.2 Bisherige Bemessungsniederschläge und Einsatz für Kanalnetz-berechnung

Die vorhandenen Bemessungsdaten für Niederschlag stammen aus einem DWD-Gutachten aus dem Jahre 1973. Es gibt – im Laufe der Zeit – vier weitere Extremwertstatistiken für Lübeck: KOSTRA 90, ein DWD-Gutachten aus 1995 (hier nicht berücksichtigt), KOSTRA 2000 und die Auswertung der über 30-jährigen Reihe Lübeck-Blankensee (1969 – 2002). Einige Kennzahlen der verschiedenen Auswertungen sind in den Abbildungen 1-1 bis 1-3 aufgezeigt. Deutlich wird eine – insbesondere im Bereich der Werte für die Kanalnetzbemessung – hohe Variabilität zwischen den Auswertungen. Dabei fällt auf, dass die KOSTRA-Werte insbesondere für 60 und 120 Minuten deutlich unterhalb der beiden anderen Auswertungen liegen.

Die Bemessung der Kanalisation wird zurzeit immer noch nach dem DWD-Gutachten aus 1973 vorgenommen, da von den EBL ein Trend zu höheren Niederschlägen beobachtet wurden und die Bemessung mit ausreichenden Sicherheiten erfolgen sollte. Die EBL vermuten, dass die geringeren Werte bei aktuelleren Gutachten mit einem anderen Niederschlagsgeschehen an der Messstelle Blankensee im Vergleich zur vorherigen Station Hafenstraße (bis 1985) zusammenhängen.

Der Vergleich mit der 30-jährigen Reihe aus Blankensee zeigt, dass das Verhalten des Niederschlags aus dem DWD-Gutachten 1973 dem tatsächlichen Niederschlagsverhalten näher kommt als die Werte der KOSTRA-Auswertungen.

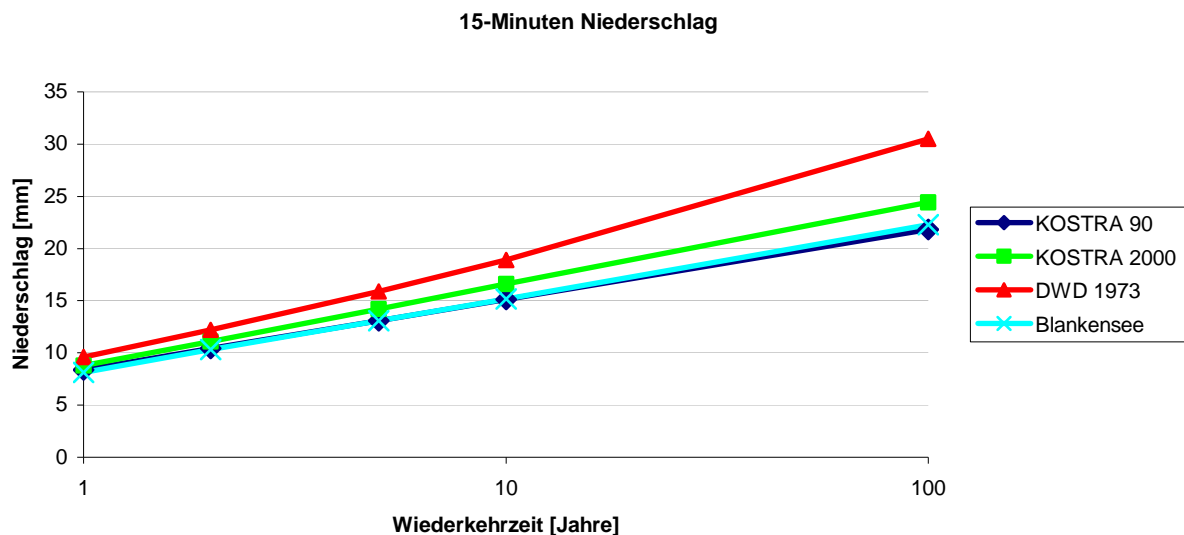


Abbildung 1-1: Bemessungsniederschläge der Dauerstufe 15 Minuten aus vier Auswertungen

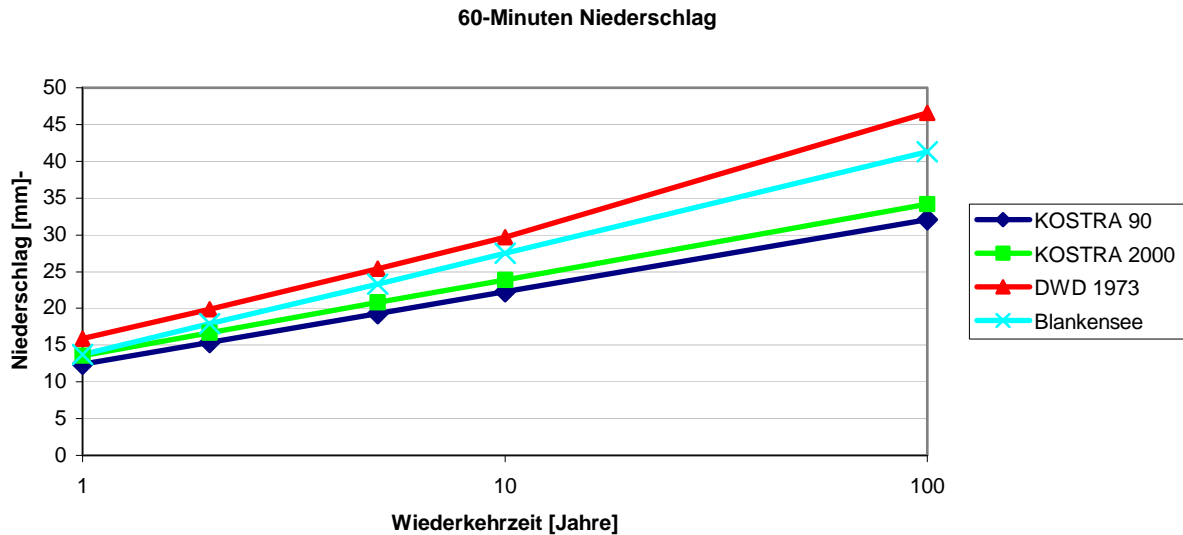


Abbildung 1-2: Bemessungsniederschläge der Dauerstufe 60 Minuten aus vier Auswertungen

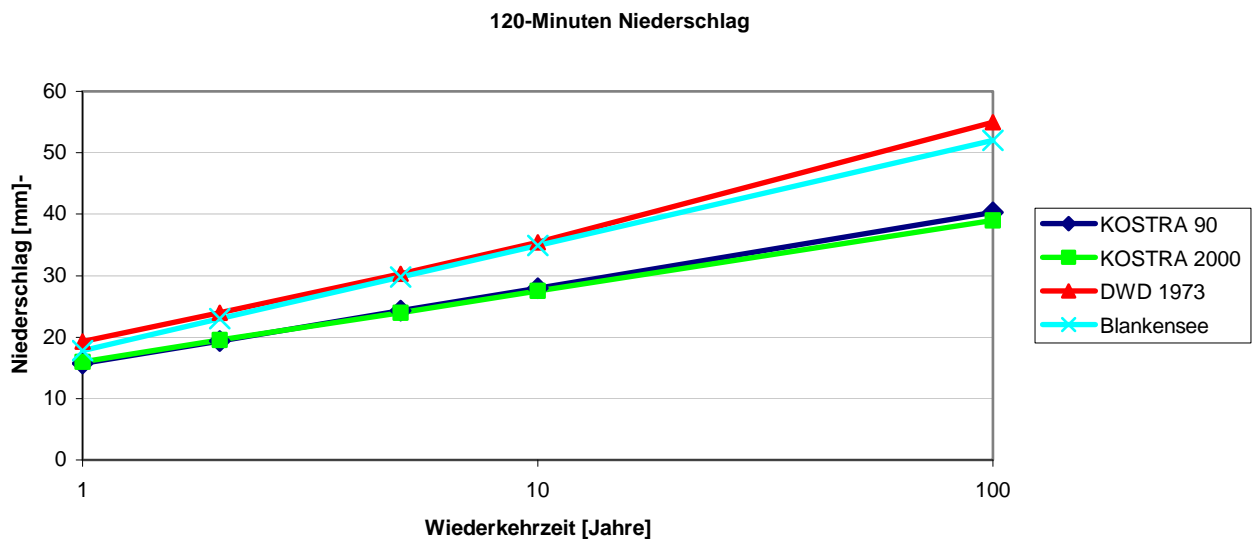


Abbildung 1-3: Bemessungsniederschläge der Dauerstufe 120 Minuten aus vier Auswertungen

Für den GEP wurde ein zunächst ein Modellregen nach DORSCH eingesetzt, Nachrechnungen wurden mit dem Kanalnetzmodell HYSTEM-EXTRAN mit dem Modellregen EULER II aus den Regendaten von 1973 durchgeführt, wobei eine Modellregendauer entsprechend der 2-fachen der Fließzeit im Kanal gewählt wurde.

Die Niederschlagszeitreihen aus der Langzeitreihe der Station Blankensee sind zwischenzeitlich für die Kanalnetzsimulation in HYSTEM-EXTRAN aufbereitet und einsatzbereit.

1.3 Vergleich der Niederschläge realer Niederschlagsereignisse mit Bemessungsniederschlägen

Die Daten der Station Blankensee lagen kontinuierlich bis Ende 2002 vor. Für Blankensee sind ab 2003 nur noch Stundenwerte verfügbar, sodass kürzere Dauerstufen (5, 15, 30 Minuten) für 2003, 2004 und 2005 nicht ausgewertet werden konnten.

Für die Dauerstufen 15 (so weit vorliegend), 60, 120 und 360 Minuten wurden die fünf stärksten Ereignisse aus 2000 bis 2005 ausgewählt und zusammengestellt. Tabelle 1-2 zeigt, dass die Wiederkehrzeit dieser Ereignisse fast immer seltener als einmal in 5 Jahren ist (nach der Statistik Lübeck-Blankensee, 2004).

Eine Analyse der Auftretenshäufigkeiten an der Station Blankensee zeigte, dass die Anzahl der Ereignisse, deren Eintretenswahrscheinlichkeit seltener als einmal pro Jahr ist, in den Jahren 2000 bis 2005 im Schnitt 1,5-mal bis 2-mal so hoch war, wie eigentlich aus der Statistik zu erwarten wäre. Dabei waren kleinere Dauerstufen (bis zu zwei Stunden) etwas häufiger vertreten als große.

Statistisch muss für die Dauerstufen 15 und 120 Minuten die Hypothese **abgelehnt** werden, dass die Auftretenshäufigkeiten von Ereignissen mit seltener als 1-jährlicher Wiederkehrzeit vor 1998 und ab 1998 **gleich** seien. Das lässt sich durch einen t-Test mit einem Signifikanzniveau von 99 % nachweisen. Für die Dauerstufe 60 Minuten kann die Hypothese nicht abgelehnt werden.

Tabelle 1-2: Ausgewählte Ereignisse und ihre Häufigkeit 2000 – 2005 an der Station Blankensee

Datum / Dauerstufe	15 min	60 min	120 min	360 min
21.06.2000	14.0			
15.06.2001				38.9
30.06.2001	17.5	27.5	31.9	
08.07.2001		28.1	31.1	
18.06.2002	12.9			
10.07.2002		21.7		
18.07.2002			41.3	79.0
01.08.2002	17.4	30.4	33.3	38.7
11.08.2002	14.7	36.4	40.9	45.2
20.07.2004				37.1

Statistische Werte aus 30-jähriger Reihe Lübeck-Blankensee [in mm]				
1-jährlich	8.1	13.7	17.8	24.0
5-jährlich	13.1	23.3	29.8	40.0
10-jährlich	15.2	27.5	34.9	46.8
100-jährlich	22.3	41.3	52.0	69.7

Anzahl von Ereignissen in 2000-2005 > 1-jährige Menge				
	12	10	11	8

Die erfassten Ereignisse aus Blankensee wurden durch Daten der Tageswertstationen Selmsdorf, Travemünde (nur 2000/2001), Dornbreite und Bad Schwartau – Pariner Berg (alle DWD, Tageswerte) überprüft. Hier wurde das Auftreten von bemessungsrelevanten Tageswertmengen untersucht und Tage mit über 20 mm Niederschlagssumme zusätzlich für die weitere Analyse ausgewählt (Tabelle 1.3), da nur an diesen Tagen mehr als ein bemessungsrelevanter Niederschlag gefallen sein kann. Die Station HL-Blankensee dient dabei als Referenzstation und basiert auf der Auswertung der kontinuierlichen Daten.

Tabelle 1-3: Ausgewählte Ereignisse (in mm) auf der Basis aller Stationen (Tageswechsel 7:30 Uhr)

Datum / Station	HL-Dornbreite	Schwartau Pariner Berg	Selmsdorf	HL-Travemuende	HL-Blankensee
15.06.2001	45.5	38.0	34.5	25.3	42.6
30.06.2001	18.3	25.5	19.3	15.5	32.1
08.07.2001	16.4	10.4	6.9	3.5	29.9
10.06.2002	4.7	8.6	28.0	-	4.3
18.06.2002	17.4	20.1	13.6	-	15.5
30.06.2002	13.8	30.3	13.0	-	12.4
10.07.2002	16.1	21.8	30.7	-	30.7
17/18.07.2002	114.8	147.2	150.7	-	107.3
01.08.2002	45.9	24.4	49.2	-	39.9
11.08.2002	19.4	15.1	35.0	-	48.0
22/23.09.2002	11.8	40.1	4.3	-	3.5
20.10.2003	12.4	44.0	11.3	-	9.9
20.07.2004	32.8	28.7	51.5	-	38.7
29.07.2005	38.0	32.2	-	-	24.0

Die Aneicherung der Radardaten fand standardmäßig nur mit der Station Blankensee statt, um ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten. In Kapitel 1.4.2 wird am Beispiel des Ereignisses vom 10.06.2002 gezeigt, wie sich bei einer Aneicherung über die anderen Stationen die Unsicherheit in der Einstufung der Ereignisse in Jährlichkeiten widerspiegelt. Die Aneichfaktoren variieren in diesen Fall zwischen 0.88 und 1.88.

Um „Sprünge“ in den aufsummierten Daten auszugleichen, die durch die Zuggeschwindigkeit des Niederschlagsfeldes entstehen, wenn Niederschläge aus Radarbildern einfach aufsummiert werden, wurden die Radarbilder geglättet, d.h. jedem Pixel wurde der Mittelwert (in Z) aus den umliegenden Bildpunkten zugeordnet.

Abbildung 1-4 (links) zeigt ein Bild ohne Glättung der aufsummierten Niederschläge und ein Bild mit Glättung der Daten (rechts).

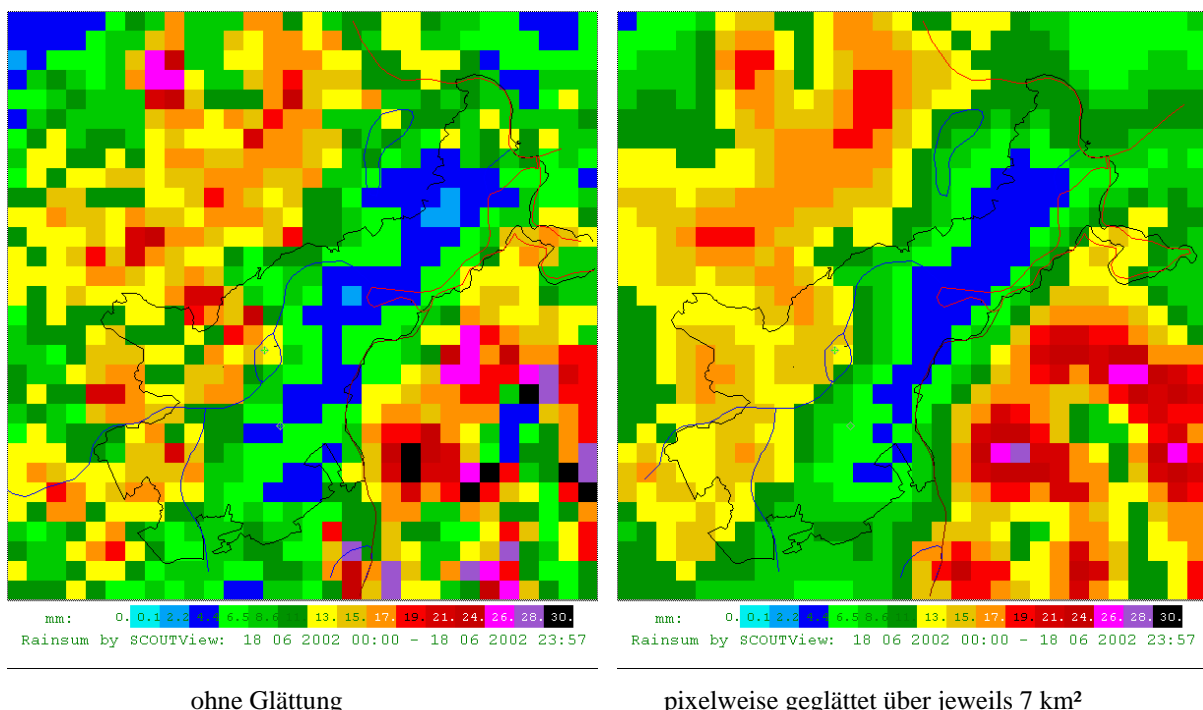


Abbildung 1-4: Niederschlagstagesumme aus den Radarbildern für den 18.06.2002

Es ist klar ersichtlich, dass in Abbildung 1-4 (links) die Niederschlagsmaxima und –minima eher punktförmig erscheinen, während sie in Abbildung 1-4 (rechts) einen mehr flächenhaften Charakter aufweisen. Da sich Niederschlagsfelder bewegen und die Fläche unter einem Niederschlagsgebiet relativ gleichmäßig beregnet wird, erscheint die Verteilung in Abbildung 1-4 (rechts) realistischer.

1.4 Statistik der Niederschlagsdaten aus Radar (für bemessungsrelevante Ereignisse)

1.4.1 Verfahren der Auswertung

Für alle Radarpixel über dem Stadtgebiet von Lübeck wurden die pro Ereignis aufgetretenen maximalen Werte für die Dauerstufen 5, 15, 30, 60, 120, 360, 720 und 1440 Minuten berechnet. Im Anschluss wurden diese Werte mit der Statistik des DWD-Regenschreibers Blankensee verglichen.

Die angeeichten Radardaten wurden in zwei Schritten analysiert:

1. Jedem Pixel wurde zunächst für jedes Ereignis die Auftretenshäufigkeit der radargemessenen Niederschlagssumme in den Dauerstufen 5, 15, 30, 60, 120, 360, 720 und 1440 Minuten entsprechend der Statistik der Station Blankensee (1969-2002) zugewiesen.
2. Anschließend wurden über alle Ereignisse und die Jährlichkeiten 1, 5, 10, 20, 100 die Auftretenshäufigkeiten der betreffenden Wiederkehrzeiten pixelweise ausgewertet und dargestellt.

Die beiden Auswerteverfahren sind in Abbildung 1-5 (ereignisweise Darstellung) und Abbildung 1-6 (statistische Auswertung aller Ereignisse) beispielhaft dargestellt.

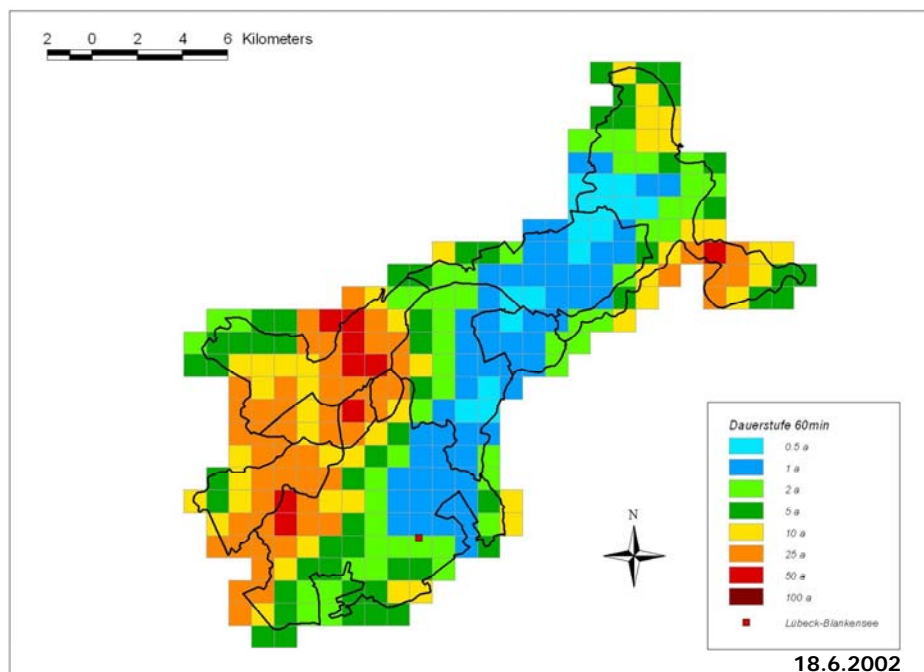


Abbildung 1-5: Auswertung der Wiederkehrzeiten (Jahre) der maximalen Stundensummen des Ereignisses vom 18.06.2002

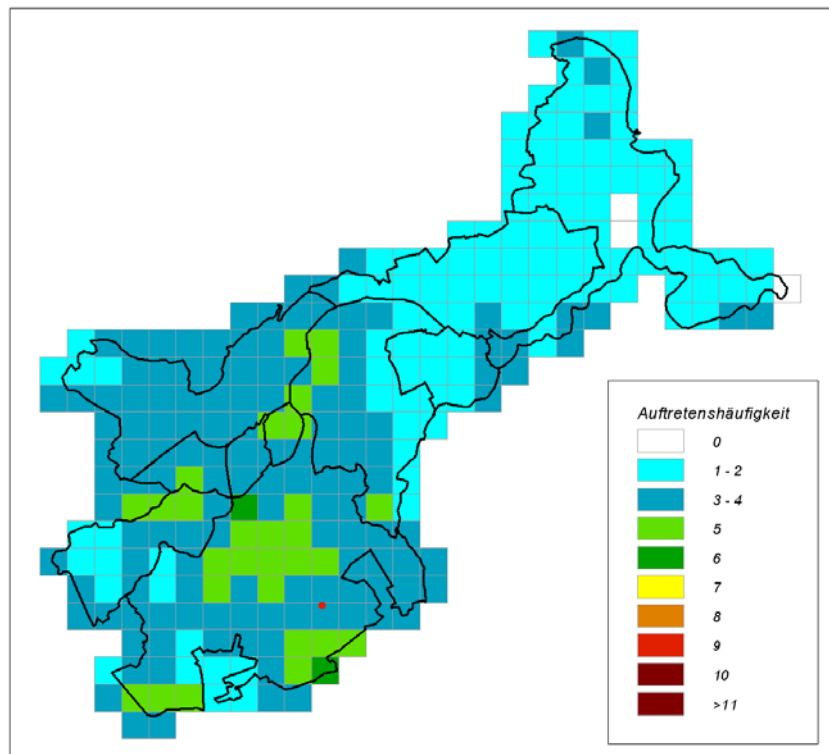


Abbildung 1-6: Auftretenshäufigkeit (in den untersuchten 14 Ereignissen) von mindestens 5-jährlichen Stundensummen

Abbildung 1-6 zeigt zum einen, dass an einzelnen Pixeln innerhalb des Zeitraums 2000 bis 2005 ein 5-jährliches Ereignis bis zu sechs Mal aufgetreten ist. Zum anderen zeigt die Abbildung auch, dass ein vermehrtes Auftreten hoher Ereignisse im westlichen Teil des betrachteten Gebietes zu beobachten ist. Dieses ist – zumindest teilweise – darauf zurückzuführen, dass die Station Travemünde für die Ereignisauswahl nur für die Jahre 2000 und 2001 zur Verfügung stand. Unsicherheiten und Fehler aus der Radarauswertung können sein:

- relativ kurzer Beobachtungszeitraum bez. statistischer Auswertungen
- analytisch nachvollziehbare Fehler (z.B. aus Messfehlern)
- Unsicherheiten in der Mengemessung
- Unsicherheiten in der zeitlichen bzw. räumlichen Zuordnung

Häufig auftretende Messfehler wie Strahlfehler, zufällige Einzelpunkte (Speckle) und Bodenechos wurden durch mehrere Datenfilter und die genaue visuelle Analyse der Radardaten erkannt bzw. eliminiert. Dämpfungseffekte wurden hier allerdings nicht berücksichtigt. Damit kann davon ausgegangen werden, dass die Qualität der benutzten Radardaten das bestmögliche Niveau hatte.

Mengenmäßige Unsicherheiten entstehen durch Unklarheiten bei der Abschätzung der anzuwendenden Tropfen-größenverteilung für die Umrechnung von Reflektivitäten des Radars in Intensitäten des Niederschlages. Diese können durch fehlerhafte Regenschreibermessungen oder durch eine falsche Zuordnung beim Vergleich Regenschreiber / Radarpixel begünstigt werden. Hier wurde mit dem Regenschreiber Blankensee für die standardmäßige Aneichung gearbeitet. Ein Vergleich mit den Werten der anderen zur Verfügung stehenden Regenschreiber Selmsdorf, Bad Schwartau, Dornbreite und (zum Teil) Travemünde zeigte klar erkennbare Unterschiede in den Vergleichsfaktoren (s. Tabelle 1-4) d.h., dass die angeeichte Regenmenge aus der Radarmessung nicht als absolut bestimmbarer Wert zu betrachten ist.

Tabelle 1-4: Korrekturfaktoren Regenschreiber / Radar für alle verfügbaren Stationen (neue Ereignisse)

HL-Blankensee		10.06.2002	30.06.2002	22.09.2002	20.10.2003	29.07.2005
Regenschreiber (RS)	[mm]	4.30	12.40	2.30	9.90	24.00
Radar (RAD)	[mm]	4.87	6.79	1.03	5.18	18.63
Faktor RS/RAD	[-]	0.88	1.83	2.22	1.91	1.29

Selmsdorf		10.06.2002	30.06.2002	22.09.2002	20.10.2003	29.07.2005
Regenschreiber (RS)	[mm]	28.00	13.00	3.40	11.30	undef
Radar (RAD)	[mm]	14.88	4.74	1.11	5.42	8.47
Faktor RS/RAD	[-]	1.88	2.74	3.07	2.09	undef

Bad Schwartau-Pariner Berg		10.06.2002	30.06.2002	22.09.2002	20.10.2003	29.07.2005
Regenschreiber (RS)	[mm]	8.60	30.30	10.90	44.00	32.20
Radar (RAD)	[mm]	7.10	12.66	7.67	23.25	14.48
Faktor RS/RAD	[-]	1.21	2.39	1.42	1.89	2.22

HL-Dornbreite		10.06.2002	30.06.2002	22.09.2002	20.10.2003	29.07.2005
Regenschreiber (RS)	[mm]	4.70	13.80	7.10	12.40	38.00
Radar (RAD)	[mm]	3.03	7.52	2.31	15.70	25.04
Faktor RS/RAD	[-]	1.55	1.83	3.07	0.79	1.52

Deshalb wurde das Ereignis vom 10.06.2002 mit allen Regenschreibern wechselweise angeeicht, um einen möglichst ungünstigen Fall darzustellen. Für die Dauerstufe 60 Minuten gibt es die in Abbildung 1-7 sichtbaren Unterschiede.

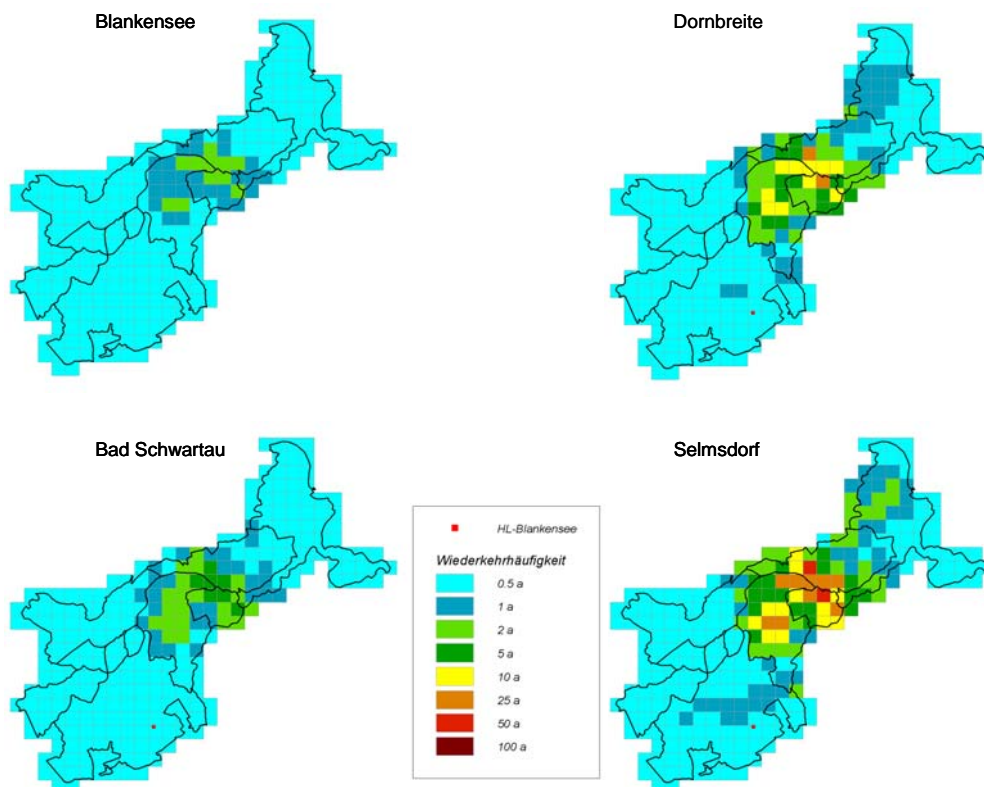


Abbildung 1-7: Wiederkehrzeit der mit den verschiedenen Stationen angeeichten Stundensummen am 10.06.2002

Es wird dabei deutlich, dass die Wiederkehrzeit der Niederschläge für diese Dauerstufe – je nach in der Aneichung verwendetem Regenschreiber – zwischen 2-jährlich und 50-jährlich variiert. In der Gesamtauswertung wurde jeweils der Wert von Blankensee – in diesem Ereignis also 2-jährlich – zugrunde gelegt.

Die zeitlich und räumliche Unsicherheit ist durch die Glättung der analysierten Daten verringert worden, sodass sie hier nicht weiter im Detail untersucht werden müssen.

1.4.2 Ergebnisse der Auswertung

Von den 14 vorausgewählten Niederschlagsereignissen waren bei 10 Ereignissen die Niederschlagssummen so hoch, dass – bei Aneichung mit der Station Blankensee – an mindestens einem Pixel und in einer Dauerstufe eine Wiederkehrzeit von einmal in 50 Jahren und seltener auftrat (Tabelle 1-5). Die Tabelle zeigt außerdem deutlich, dass es bei den kleinen Dauerstufen bis zu einer Stunde deutlich mehr Extremereignisse gab als in den höheren Dauerstufen größer als eine Stunde.

Tabelle 1-5: Wiederkehrzeit in Jahren der Niederschlagsmenge am höchsten Pixel

Datum \ Dauerstufe	5 min	15 min	30 min	60 min	120 min	360 min	720 min	1440 min
15.06.2001	100	10	10	5	10	10	10	10
30.06.2001	100	100	100	100	100	50	25	25
08.07.2001	100	100	100	100	100	50	25	10
10.06.2002	50	10	5	2	1	1	<1	<1
18.06.2002	100	100	100	50	25	10	5	5
30.06.2002	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
10.07.2002	100	100	10	10	5	5	2	10
18.07.2002	100	100	100	100	100	100	100	100
01.08.2002	100	100	100	100	100	50	25	10
11.08.2002	100	100	100	100	100	100	100	50
22.09.2002	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
20.10.2003	<1	<1	<1	<1	1	5	10	5
20.07.2004	5	2	5	10	10	10	10	5
29.07.2005	100	100	50	10	5	2	5	5

Die extremen Ereignisse kürzerer Dauerstufe einer bestimmten Wiederkehrzeit treten nach diesen Ergebnissen häufiger auf als die der längeren Dauerstufen. Statistisch ist über eine Fläche von 250 km² mit einer Überschreitungshäufigkeit des 10-jährlichen Ereignisses von 5-mal innerhalb von 10 Jahren zu rechnen (Vaes, 2006). Aus Abbildung 1-8 ist aber deutlich ein höheres Auftreten der extremen Ereignisse in den niedrigen Dauerstufen ersichtlich.

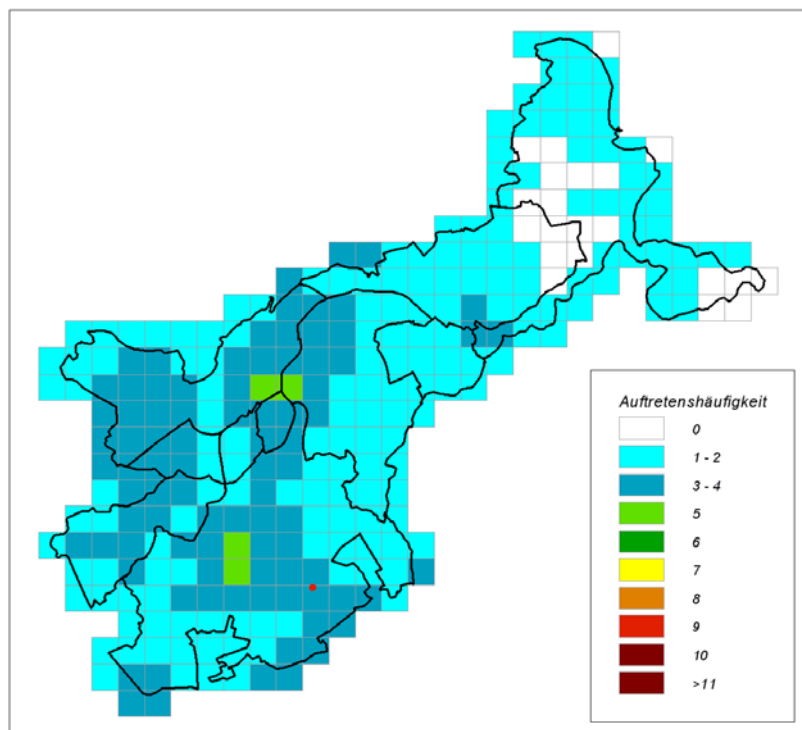


Abbildung 1-8: Auftretenshäufigkeit von mindestens 10-jährlichen Halbstundensummen zwischen 2000 und 2005

Räumliche Unterschiede bestehen innerhalb des Stadtgebietes bei der Anzahl der hohen Ereignisse je Pixel. 10-jährliche Niederschlagsereignisse treten in der Innenstadt deutlich häufiger auf als beispielsweise in Schlutup

(Abbildung 1-8). Die Werte zu Travemünde, die auch sehr niedrig sind, können aber wegen der Datengrundlage (Station Travemünde lag nicht komplett vor) nicht als verlässlich angesehen werden.

Eine Aussage zu kleinräumigen Unterschieden innerhalb von Lübeck lässt sich auch aus KOSTRA nicht herleiten, da diese Auswertungen zum Teil deutlich höhere Starkniederschläge im Küstenbereich als in der Innenstadt ergeben haben (Abbildung 1-9). Dieses Ergebnis deckt sich nicht mit den hier erzielten Resultaten und es widerspricht den langjährigen Beobachtungen im Hinblick auf Überschwemmungsereignisse durch Niederschlag.

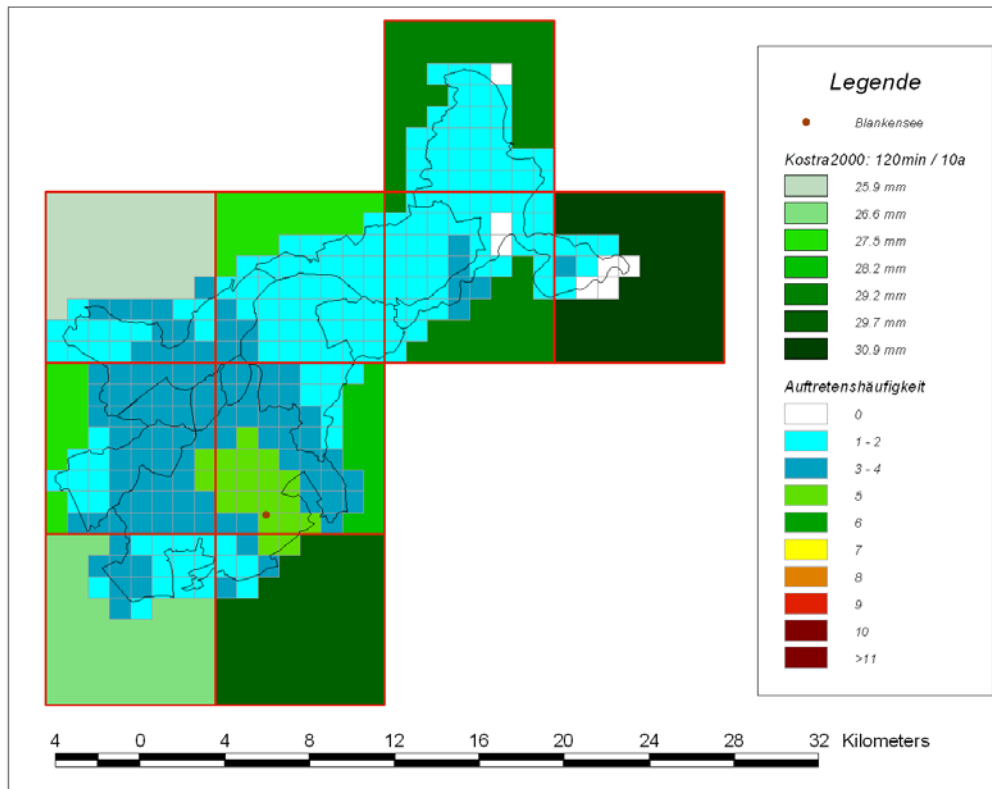


Abbildung 1-9: Auftretenshäufigkeit von mindestens 10-jährlichen Zweistundensummen zwischen 2000 und 2005, im Vergleich zu KOSTRA2000 (im Hintergrund)

1.4.3 Fazit der Auswertung

Folgende Schlussfolgerungen können unter Beachtung der genannten Einschränkungen gezogen werden:

- Eine Erhöhung der Auftretenshäufigkeit der Kurzzeitniederschläge bis zu sechs Stunden in den letzten fünf Jahren konnte sowohl an der Station Blankensee als auch bei der Radarauswertung beobachtet werden.
- Extreme Kurzzeitniederschläge treten häufiger auf als extreme Langzeitniederschläge (größer sechs Stunden).

Diese beiden Schlussfolgerungen stimmen mit den Tendenzen überein, die in den Klimastudien von COWI in Dänemark (COWI, 2006) und MPI in Deutschland (Jacobs, 2006) erstellt wurden: Kurzzeitniederschläge werden seltener, aber intensiver. Dieser Trend ist also schon in den Messdaten in Lübeck erkennbar.

- In allen Dauerstufen gab es – über Lübeck verteilt – mindestens sieben 10-jährliche Ereignisse in den letzten sechs Jahren, d. h. etwa doppelt so viele, wie statistisch zu erwarten wären.
- Klare räumliche Unterschiede des Auftretens von Extremniederschlag innerhalb von Lübeck können mit der vorhandenen Datenlage nicht eindeutig bewiesen werden, auch wenn die Ergebnisse in einzelnen Dauerstufen darauf hindeuten scheinen.

Darüber hinaus wird es in Zukunft interessant sein, die Beziehung zwischen den Statistiken der Punktniederschläge und räumlichen Statistiken zu erkunden.

Insgesamt muss wahrscheinlich davon ausgegangen werden, dass für ein Beibehalten des Entwässerungskomforts in Lübeck mittelfristig die Abflusskapazität erhöht werden muss. Hierfür sind Zusatzuntersuchungen mithilfe von Klimaprognosen notwendig.

Es kann deshalb nicht empfohlen werden, die derzeitigen Bemessungsregeln hin zu den niedrigeren KOSTRA-Ansätzen zu verändern.

Grundsätzlich ist es erforderlich, mit Abflüssen oberhalb der Bemessungsansätze umgehen zu können, d. h. Maßnahmen operativer und baulicher Art festzulegen, wie diese Fälle in Zukunft behandelt werden sollen. Anders formuliert: das Gesamtsystem Stadt sollte katastrophensicher im Hinblick auf Starkniederschläge gemacht werden.

1.5 Vergleich von Niederschlagsvorhersagen mit real gemessenen Daten für ausgewählte Ereignisse

1.5.1 Aufgabenstellung

In diesem Arbeitspaket sollte geprüft werden, welche Möglichkeiten bez. einer Vorhersage vor extremen Ereignissen bestehen und ab welchem Zeitpunkt die Verlässlichkeit der Vorhersage so hoch ist, dass sie für eine Warnung genutzt werden kann. Es wurden deshalb anhand von Radarvorhersagen über 1 und 2 Stunden überprüft, inwieweit für einzelne Punkte bzw. für Gebiete zutreffende Aussagen geliefert werden können.

Im Interview der Fallstudie hatte die Feuerwehr in Lübeck festgestellt, dass eine 30-minütige Vorwarnung vor Starkregen für die interne Organisation sehr hilfreich wäre.

Im Folgenden sind:

- eine **Vorhersage** einer mengenmäßige Berechnung einer Niederschlagsmenge für die Zukunft und
- eine **Warnung** einer daraus abgeleitete Meldung, dass ein vordefiniertes Ereignis, z.B. Starkregen von mindestens 48 mm Niederschlagssumme über Lübeck, eintritt, dargestellt.

Damit ist die Warnung eine qualitative Nutzung der Vorhersage.

Als Gütekriterium soll gelten, dass eine Vorhersage über die folgenden zwei Stunden das Auftreten von Niederschlagsmengen oberhalb von 48 mm im Stadtgebiet Lübeck korrekt vorhersagt.

1.5.2 Vorgehen

Als Ereignis wurde der 01.08.2002 ausgewählt, an dem es mehr als 45 mm am Tag in Dornbreite, etwa 50 mm in Selmsdorf und 40 mm in Blankensee geregnet hat. Der Hauptniederschlag im Stadtzentrum setzte gegen **17:00 Uhr UTC** ein und dauerte etwas mehr als eine Stunde. Abbildung 1-10 zeigt die Messwerte von Blankensee, des einzigen im Gebiet vorhandenen Regenschreibers. Die drei anderen Stationen zeichnen Tageswerte auf, aus denen der Niederschlagsverlauf innerhalb des Tages nicht hervorgeht. In Abbildung 1-11 sieht man das Niederschlagsfeld, das aus Südosten auf die Stadt zu zieht.

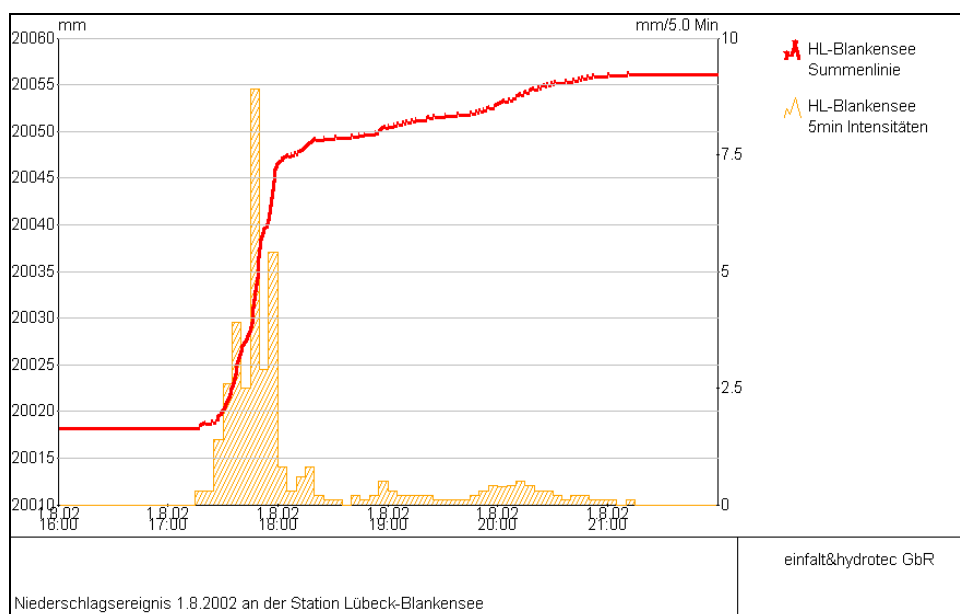


Abbildung 1-10: Niederschlagsverlauf am Regenschreiber Blankensee (alle anderen Stationen sind Tageswertstationen)

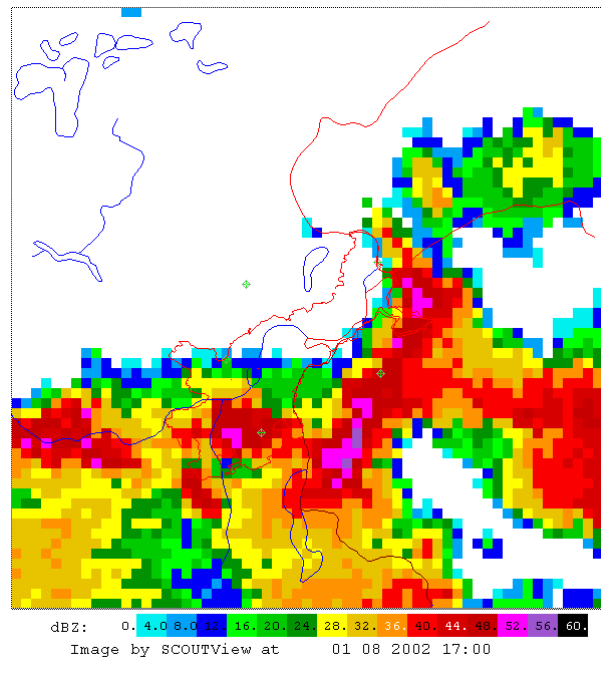


Abbildung 1-11: Eintreffen des Niederschlagsfelds in Lübeck

Mithilfe des ‚Tracking-Algorithmus‘ von SCOUT konnte bereits um 16:10 Uhr UTC (also ca. 50 min vor Eintreffen) gezeigt werden, dass ein Niederschlagsgebiet eintreffen würde, das mehr als 48 mm Niederschlag in einzelnen Bereichen der Stadt erbringen würde. Abbildung 1-12 zeigt die vorhergesagte Zwei-Stunden-Summe.

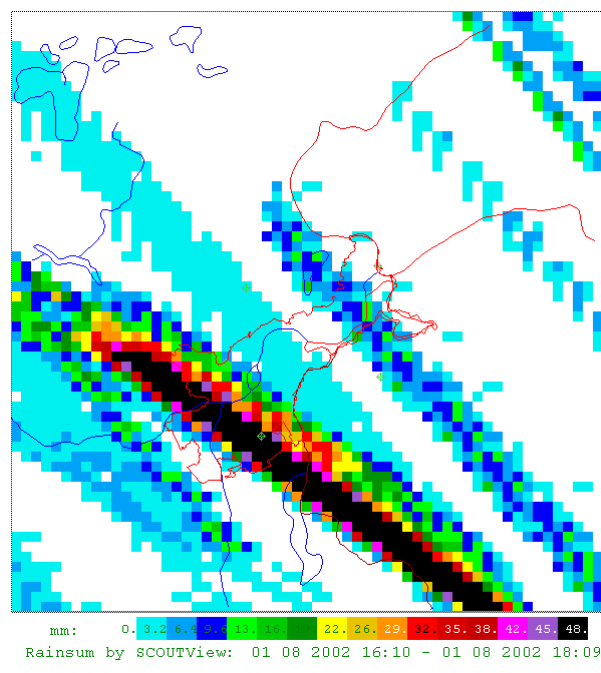


Abbildung 1-12: Vorhergesagte Zwei-Stunden-Summe um 16:10 Uhr UTC

Die Darstellung in Form einer Zwei-Stunden-Summe eignet sich gut als Warnindikator, wenn die Warnung von weiteren, alle fünf Minuten erstellten Vorhersagen bestätigt wird (Abbildung 1-13). Bei einer Vorhersage ist zu beachten, dass sie von Zeitpunkt zu Zeitpunkt in der Zugrichtung und Niederschlagsmenge variieren kann, d.h. eine folgende Vorhersage eine andere „Zugstraße“ etwas außerhalb des Interessengebietes betreffen kann – deshalb ist hier eine Bestätigung unbedingt erforderlich.

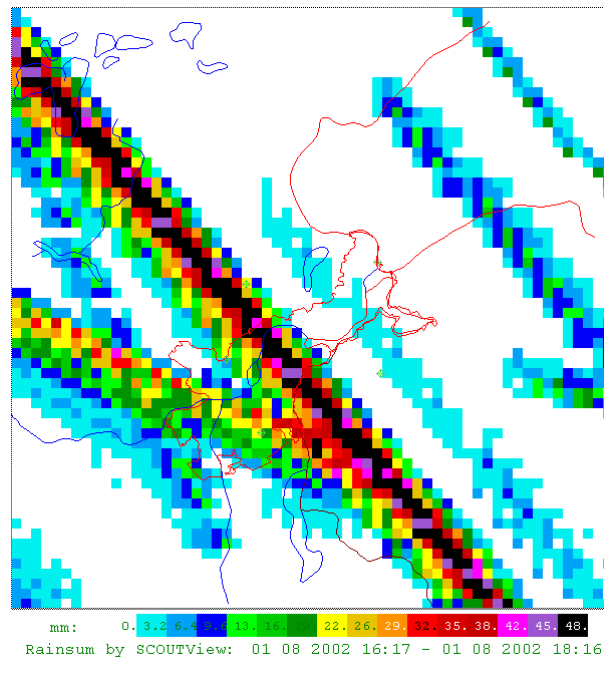


Abbildung 1-13: Vorhergesagte Zwei-Stunden-Summe um 16:17 Uhr UTC

Beim Vergleich mit der Messung aus der Radarsumme über zwei Stunden erkennt man, dass die höchsten vorhergesagten Pixelwerte mit den höchsten Messwerten recht gut übereinstimmen (beide über 48 mm) und die Lage der am stärksten betroffenen Gebiete (in den westlichen Bereichen der Stadt) auch tatsächlich erkannt wurde (s. Abbildung 1-14).

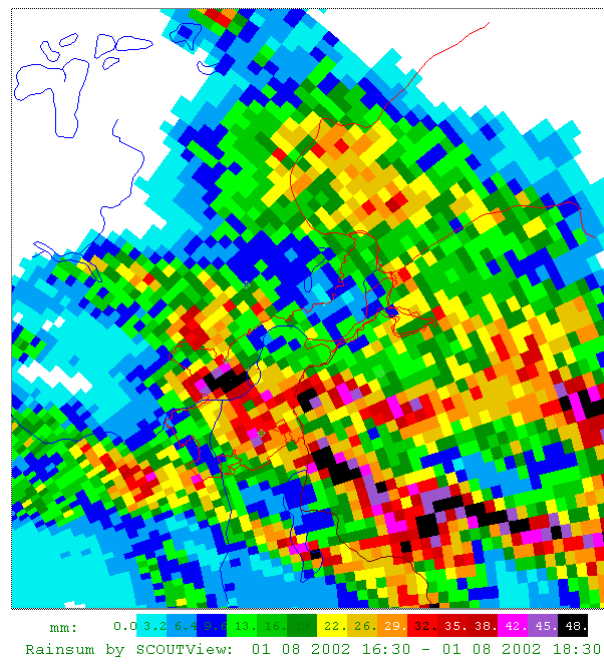


Abbildung 1-14: Angeeichte Radarsumme von 16:30 bis 18:30 Uhr UTC

Betrachtet man die Vorhersagen an Einzelpunkten, so fällt auf, dass die Unterschiede in Zugrichtung und –geschwindigkeit zu den verschiedenen Vorhersagezeitpunkten zu einer hohen Variabilität bei den Vorhersagemengen führen (Abbildung 1-15 – Vorhersagen von 16:00 bis 17:36 UTC). Es ist aber zu erkennen, dass die Vorhersagewerte die später aufgetretenen Werte einhüllen, also umfassen.

Abbildung 1-16 zeigt im Vergleich dazu die Vorhersagezeitreihen für jedes Pixel von Lübeck zum Vorhersagezeitpunkt 16:10 Uhr UTC.

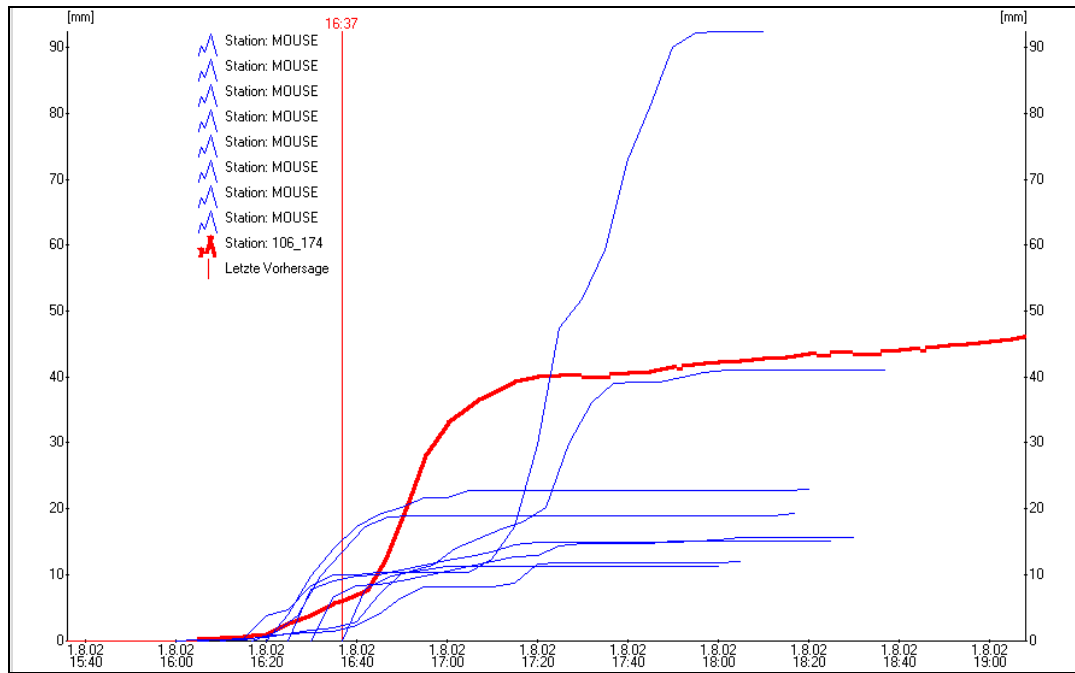


Abbildung 1-15: Vorhergesagte Regenmengen an der Station 106_174 (rot = gemessen)

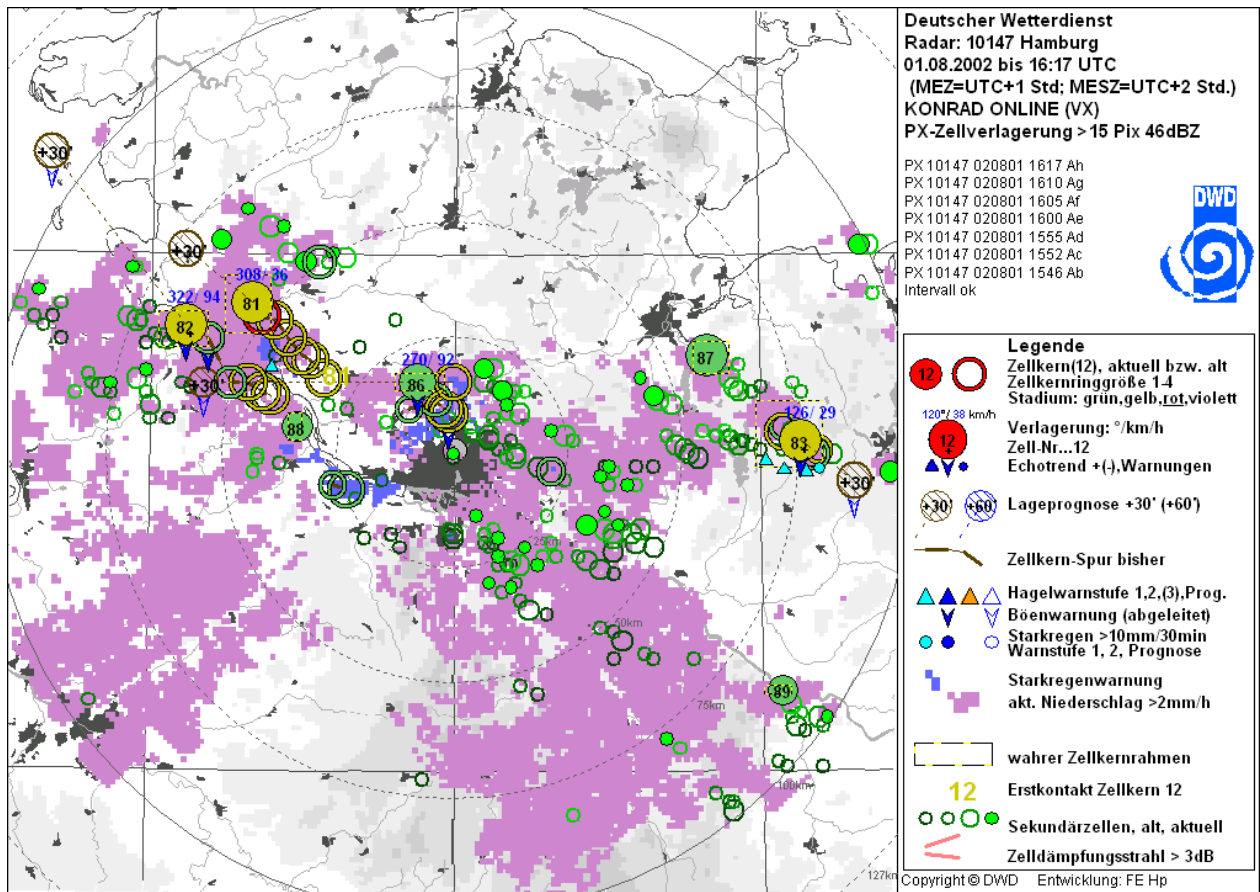


Abbildung 1-16: KONRAD-Warnprodukt des DWD um 16:17 Uhr UTC

Das KONRAD-Warnprodukt des DWD (DWD, 2007) zeigt zum Zeitpunkt 16:17 Uhr UTC die Zellen Nr. 83 und 87 im rechten Teil des Bildes, die Richtung Lübeck ziehen. Auch hier kann eine Warnung erfolgen.

1.5.3 Fazit der Ereignisuntersuchung

Anhand eines Ereignisses wurde detailliert dargestellt, welche Informationen aus Radardaten gewonnen werden, wie sie dargestellt und für eine Warnung genutzt werden können.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Radarvorhersage für eine Kurzfristwarnung z.B. der Feuerwehr für die kurzfristige personelle Aufstockung ihrer Einsatzzentrale verwendbar wäre.

Die Vorhersagen in der gezeigten Qualität können nicht für andere Zwecke, beispielsweise für eine Kanalnetzsimulation genutzt werden, da sie sich zeitlich deutlich verändern.

1.6 Fazit

Die Anzahl der Niederschlagsmessstationen in und um Lübeck ist zurzeit zu gering, um diese Messungen verlässlich und detailliert quantitativ zu nutzen. Als Mindeststationsdichte, die auch für die Aneichung von Radardaten erforderlich ist, ist die Stationsverteilung zu sehen, wie sie in Kapitel 1.4 dokumentiert ist.

Diese Aussage ist auch deshalb wichtig, weil das Niederschlagsgeschehen zwischen der DWD-Station Blankensee im Süden Lübecks, der Stadtmitte von Lübeck, dem Bereich Bad Schwartau / Holsteiner Hügelland und Travemünde / Ostseeküste räumlich stark variiert. Es gibt aus der Auswertung der Starkniederschläge Anzeichen dafür, dass die Niederschlagsmengen zur Ostsee hin geringer werden.

Die Niederschlagsereignisse der Jahre 2000 bis 2005 enthielten deutlich mehr Extremereignisse der Zeitdauer 5 Minuten bis 6 Stunden als aus der Statistik zu erwarten wäre. Dieses lässt auf eine Änderung der Niederschlagscharakteristik schließen.

Es kann deshalb auch nicht empfohlen werden, die Bemessungspraxis in Richtung der niedrigeren KOSTRA-Werte zu verändern.

Aus den Vorhersagen auf Grundlage eines reinen Radartrackings können Warnungen generiert werden, die vor extremen Ereignissen (Niederschlagsmenge > 48 mm in 2 Stunden) über dem Stadtgebiet mit einer Vorlaufzeit von mehr als 30 Minuten relativ sicher warnen. Bei größeren Vorwarnzeiten ist die Zugrichtung der Niederschlagszelle bzw. ihre Lebensdauer eher unsicher, sodass eine Warnung für Starkregen mit Vorbehalten zu betrachten ist.

Eine quantitative Nutzung der Vorhersagen zu kleinräumigen Niederschlägen (bis zu 10 km² Zellgröße) ist derzeit noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheiten stammen aus der Aneichung, aus der erkannten Zugrichtung und -geschwindigkeit, und aus der teilweise recht kurzen Lebensdauer der Niederschlagszellen.

2 Literatur

- Arnbjerg-Nielsen, K. (2006) Klimaeffektens betydning for ekstremregn og dermed funktionen af afløbssystemer. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen **Nr. 9** 2006
- DWD (2007). <http://www.dwd.de/de/SundL/Oeffentlich/Katastrophenschutz/Leistungen/KONRAD/index.htm>
- Einfalt, T., Jessen, M. (2005). Erkenntnisse zu Starkregen und langjähriger Trend. IN: C. Ohlig (Hrsg.): *Ostfriesland und das Land Oldenburg im Schutz der Deiche*, Schriften der DWhG, Band 6, Siegburg, pp. 161-172.
- Jacobs, D. (2007). Klimaänderungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz bis 2100: erste Analysen des regionalen Klimamodells REMO - Mittelwerte und Extrema. <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/veranstaltungen/workshop250406.htm>
- Vaes, G., 2006: The spatial relevance of extreme rainfall events. 7th *International Workshop on Precipitation in Urban Areas*, St. Moritz, Switzerland, 7-10 December, ISBN 3-909386-65-2.



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Meschede

Teil A: Analyse

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis:

Teil A: Analyse	3
1 Ortsbeschreibung.....	3
1.1 Geografie, Lage und Naturraum.....	3
1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur	5
1.3 Böden und Geologie.....	6
1.4 Topografie.....	8
1.5 Klima.....	10
1.6 Entwässerungsstruktur	10
1.6.1 Natürliche Gewässer.....	10
1.6.2 Kanalisation, Stadtentwässerung	11
2 Ereignisbeschreibung	13
2.1 Ereignisdokumentation	13
2.2 Vorhersage und Vorwarnung	13
2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände.....	13
2.4 Abfluss und Überflutung.....	14
2.5 Schadensbeschreibungen.....	15
2.5.1 Personenschäden.....	16
2.5.2 Gebäude	16
2.5.3 Infrastruktur	16
2.5.4 Sonstiges.....	16
2.6 Schadenshöhe, -kosten	17
3 Hochwasserbewältigung.....	18
3.1 Zuständigkeiten, Koordination und Zusammenarbeit	18
3.2 Laufende Information über das Ereignis	18
3.3 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen an Objekten.....	18
3.4 Schadensbehebung	18
4 Kommunale Risikoanalyse.....	19
4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko	19
4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser	20
4.3 Dokumentation und Veröffentlichung der Ergebnisse (Risikokarten).....	21
5 Vorsorgemaßnahmen	21
5.1 Vorsorgemaßnahmen vor dem Ereignis	21
5.2 Flächenvorsorge	22
5.3 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen.....	22
5.4 Technische Maßnahmen.....	23
5.5 Bauvorsorge	26
5.6 Risikovorsorge	26
5.7 Informationsvorsorge	26
5.8 Verhaltensvorsorge	26
6 Quellen.....	27
6.1 Interviewdaten.....	27
6.2 Hinweise auf weitere Kontaktpersonen, Materialien	27
6.3 Verwendete Daten	27
6.4 Literatur.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Geografische Lage der Stadt Meschede	3
Abbildung 1-2:	Ortschaften und Stadtteile der Stadt Meschede	4
Abbildung 1-3:	Flächennutzung in Meschede	4
Abbildung 1-4:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Meschede	6
Abbildung 1-5:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Calle	6
Abbildung 1-6:	Geologie im Raum Meschede - Ausschnitt aus der Geologischen Karte C 4714 Arnsberg (1:100.000)	7
Abbildung 1-7:	Bodenkarte 1:50.000 für den Bereich der Stadt Meschede.....	7
Abbildung 1-8:	Bodenkarte von Meschede	8
Abbildung 1-9:	Bodenkarte von Calle	8
Abbildung 1-10:	Höhenverhältnisse und Reliefenergie ausgedrückt durch die mittlere Hangneigung in den Grenzen der Stadt Meschede	9
Abbildung 1-11:	Topografie in Meschede	10
Abbildung 1-12:	Topografie in Calle.....	10
Abbildung 1-13:	Gewässersystem	11
Abbildung 2-1:	Ganglinie Pegel Meschede 2006	14
Abbildung 2-2:	Überflutete Straßen (blau) und Hauptabflussbahnen (rote Pfeile).....	15
Abbildung 4-1:	Digitale Karte der hochwassergefährdeten Bereiche in NRW.....	19
Abbildung 4-2:	Hochwassergefährdete Bereiche in Meschede	20
Abbildung 4-3:	Hochwassergefährdete Bereiche in Calle	20
Abbildung 4-4:	Mit SAGA berechnete Abflüsse/Fließwege für das Ereignis am 17.09.2006.....	21
Abbildung 5-1:	Ausschnitt aus der Entwurfsplanung „Erneuerung RÜ 10 – Schützenstraße – in Meschede.....	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Katasterfläche von Meschede nach Nutzungsarten der Vermessungsverwaltung	5
Tabelle 1-2:	Kanalisation der Stadt Meschede	12
Tabelle 2-1:	Geschätztes Hochwasserschadenspotenzial Wehrstapel und Eversberg.....	17
Tabelle 5-1:	Übersichtstabelle der Maßnahmen nach dem Ereignis vom 17.09.2006	23

Teil A: Analyse

1 Ortsbeschreibung

1.1 Geografie, Lage und Naturraum

Die Stadt Meschede ist Kreisstadt des Hochsauerlandkreises im Regierungsbezirk Arnsberg im Bundesland Nordrhein-Westfalen und liegt im nördlichen Sauerland.

Naturräumlich gehört das Stadtgebiet zum Arnsberger Wald, südlich von Meschede liegt das Rothaargebirge. Die Stadt Meschede liegt im Tal der Ruhr in unmittelbarer Nähe der Hennetalsperre. Die Stadt wurde teilweise auf dem Mündungskegel der Henne errichtet.

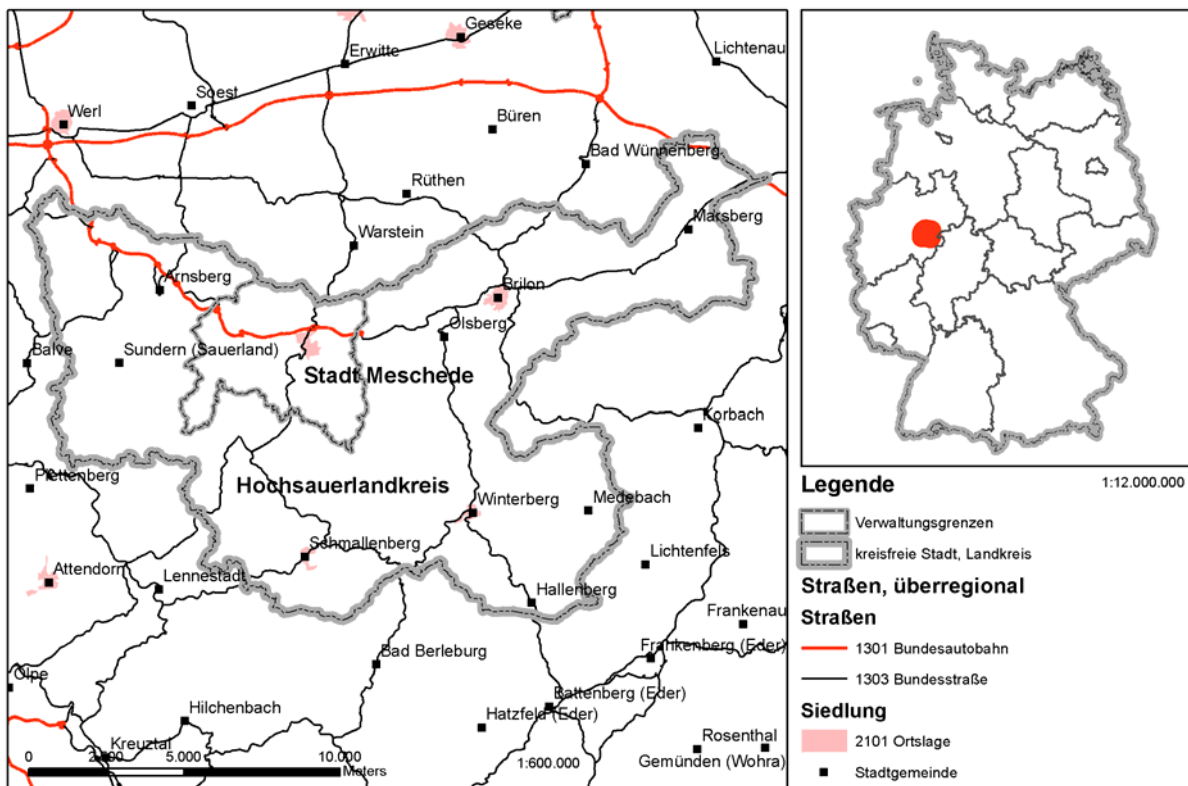


Abbildung 1-1: Geografische Lage der Stadt Meschede

Das Stadtgebiet nimmt eine Fläche von 218,5 km² ein und gliedert sich in 17 Stadtteile. Mit knapp 33.000 Einwohnern beträgt die mittlere Siedlungsdichte 147,5 Einwohner je km². Im Rahmen der kommunalen Neugliederung schlossen sich 1975 die Städte Meschede, Eversberg und Grevenstein, die Gemeinden Calle, Freienohl, Meschede-Land, Remblinghausen und Visbeck sowie die Ortschaften Erflinghausen und Frenkhausen zusammen. Im Westen grenzt Meschede an die Stadt Arnberg, im Norden an Warstein, im Osten an die Gemeinde Bestwig und im Süden an Schmallenberg und die Gemeinde Eslohe. Die folgende Abbildung zeigt die Stadt Meschede und die zugehörigen Ortschaften.

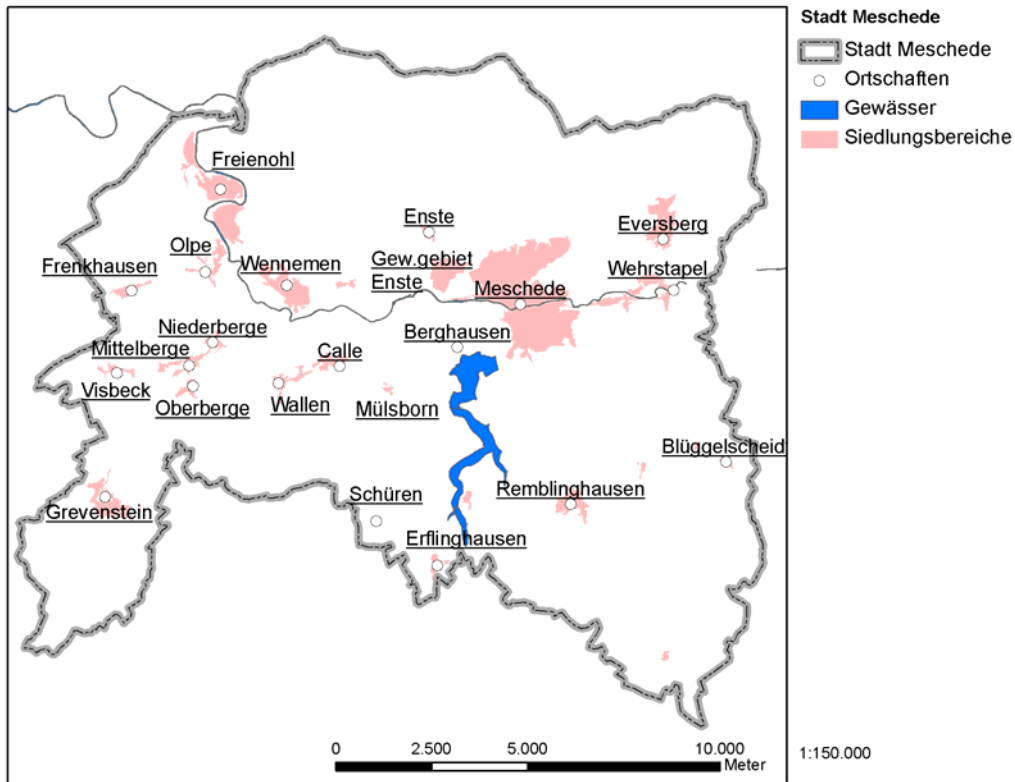


Abbildung 1-2: Ortschaften und Stadtteile der Stadt Meschede

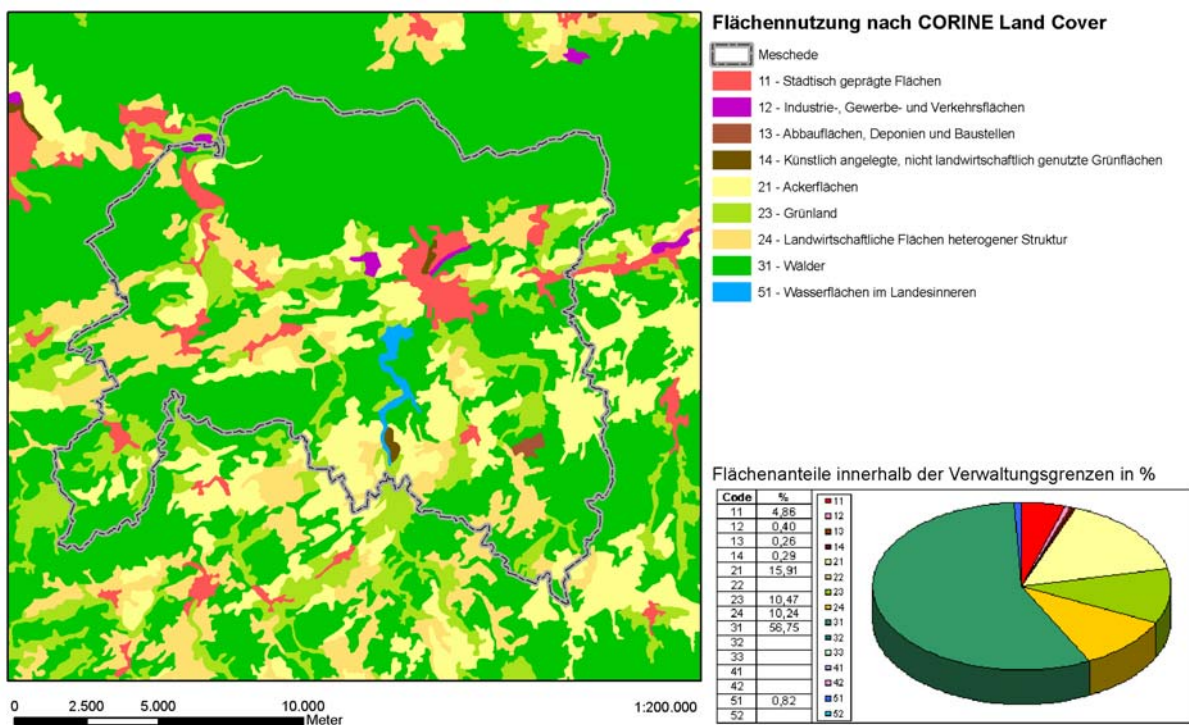


Abbildung 1-3: Flächennutzung in Meschede

Quelle: CORINE Landcover 1996, eigene Auswertung

1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur

Der Siedlungsschwerpunkt von Meschede liegt im Ruhrtal sowie dem Ortsteil Meschede selbst. Als Mittelgebirgsregion ist das Stadtgebiet durch die ausgedehnten Wälder des Naturparks Arnsberger Wald sowie des Rothaargebirges geprägt. Landwirtschaftliche Flächen finden sich im Ruhrtal sowie im südöstlichen Stadtgebiet.

Die Kernstadt und der Stadtteil Freienohl weisen in Meschede die größte Besiedlungsdichte auf. In beiden Stadtteilen wohnen insgesamt 62 % der Gesamtbevölkerung. In Meschede und im Stadtteil Enste sind die größten Gewerbegebiete zu finden, im Stadtteil Grevenstein befindet sich eine Brauerei.

In den landwirtschaftlich geprägten Außenbereichen liegen kleine Streusiedlungen und Einzelgehöfte.

Mit einem Waldanteil von fast 60 % gehört Meschede zu den walddreichen Gemeinden Nordrhein-Westfalens. Alle anderen Flächennutzungen sind dementsprechend unterdurchschnittlich vertreten.

Tabelle 1-1: Katasterfläche von Meschede nach Nutzungsarten der Vermessungsverwaltung

Quelle: Statistisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Stand: 31.12.2005

Nutzungsart	Meschede		NRW insgesamt
	ha	in %	in %
Bodenfläche insgesamt	21.850,3	100,0	100,0
Siedlungs- und Verkehrsflächen	2.503,9	11,5	21,8
<i>Gebäude- und Freiflächen</i>	1.135,6	5,2	12,6
<i>Betriebsflächen ohne Abbauland</i>	86,2	0,39	0,5
<i>Erholungsfläche</i>	68,4	0,3	1,6
<i>Verkehrsfläche</i>	1.205,1	5,5	6,8
<i>Friedhof</i>	8,6	0,04	0,2
Landwirtschaftsfläche	6.379,5	29,2	50,1
Waldfläche	12.485,3	57,1	25,2
Wasserfläche	360,6	1,7	1,9
Übrige Nutzungsarten inkl. Abbauland	121,0	0,6	1,1

Durch das Unwetterereignis von September 2006 wurden vor allem Meschede selbst sowie der Ortsteil Calle getroffen.

Meschede geht auf eine karolingische Siedlungsgründung aus dem 10. Jahrhundert zurück. Ihren ersten Aufschwung erlebte die Stadt nach ihrer Ernennung zur Kreisstadt zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Im Tal von Hennef und Ruhr siedelten sich erste Gewerbebetriebe an. Der Bau der Oberen Ruhrtalbahn Ende des 19. Jahrhunderts, die Ansiedlung der Honsel-Werke sowie der Bau der Hennef-Talsperre Anfang des 20. Jahrhunderts verstärkten die Entwicklung Meschedes zur Industriestadt. Im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung und des damit verbundenen Bevölkerungswachstums entstanden mehr und mehr Siedlungen außerhalb der Täler an den Hängen der umgebenen Berge.

Entsprechend dieser Rahmenbedingungen findet sich im Tal der Ruhr, am Zusammenfluss von Ruhr und Henne, der dicht bebaute, historische Stadtkern, an den sich die historisch gewachsenen Industrie- und Gewerbeflächen in den Talauen anschließen. Locker bebaute Wohngebiete, zumeist mit Ein- und Zweifamilienhäusern bebaut, lagern sich um diese Entwicklungskerne herum und ziehen sich oftmals die Berghänge hinauf.

Calle ist ein Ortsteil von Meschede mit etwa 664 Einwohnern. Das Dorf liegt in einem Parallelletal der Ruhr am Zusammenlauf des Bachlaufs der Kelbke, des Waller Baches und des Schürenbachs. Neben dem historisch gewachsenen und mit freistehenden Hofstellen und Wohngebäuden relativ dicht bebauten Ortskern verfügt das Dorf über kleinere moderne Wohngebiete mit Ein- und Zweifamilienhäusern sowie einem kleineren Gewerbegebiet.

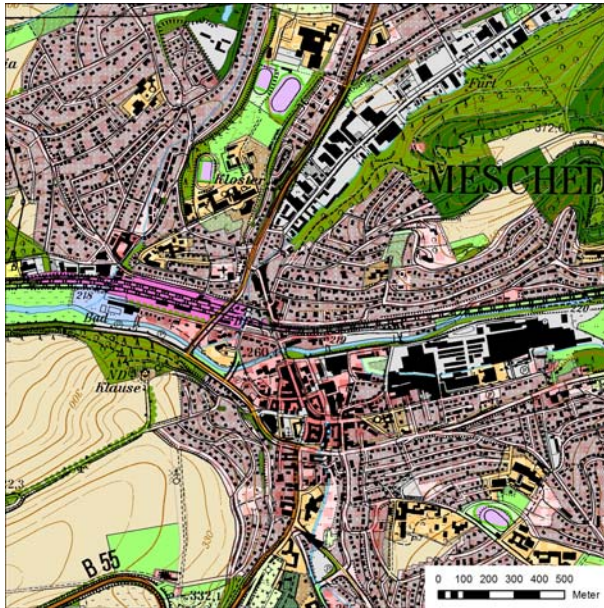


Abbildung 1-4: Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Meschede

Quelle: Basis-DLM, DTK25, eigene Darstellung

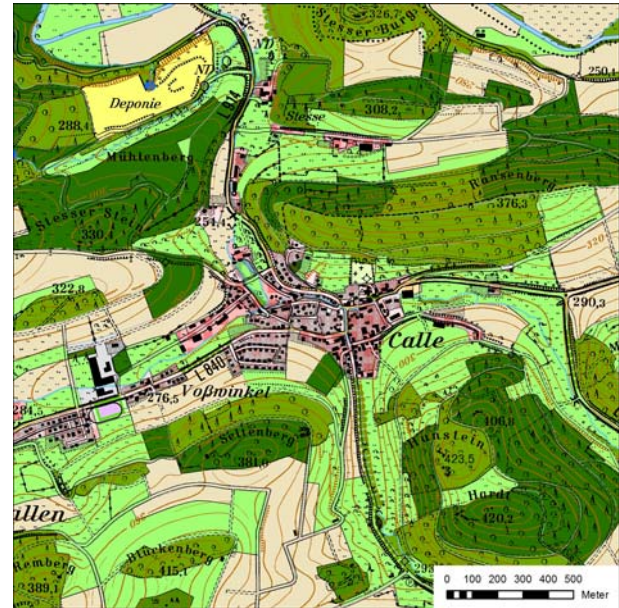


Abbildung 1-5: Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Calle

Quelle: Basis-DLM, DTK25, eigene Darstellung

1.3 Böden und Geologie

Devonische und karbonische Schichten des Rheinischen Schiefergebirges stellen den geologischen Unterbau in Meschede dar. Hauptsächlich mitteldevonisches Givet (Nuttlarer Schiefer vF und Diabase vD (vgl. Abbildung 1-6), Ton und Kalksteine aus dem Oberdevon (dan, dh-w), Kulm-Kieselkalk und Kieselschiefer sowie Alaunschiefer, Kulm-Grauwacken und Kulm-Tonschiefer aus dem Unterkarbon (cdt, cdn) sind vorhanden. Infolge der periglazialen Prozesse entstanden in der letzten Eiszeit (Weichsel-Kaltzeit) Hang- und Hochflächenlehm sowie Hangschuttdecken (hg). Sie sind im Norden und Nordwesten des Stadtgebietes anzutreffen (Quelle: Geologisches Landesamt, Geologische Karte, Blatt C 4714 Arnsberg).

Über diesen unterschiedlichen Ausgangsgesteinen entstanden seit der letzten Kaltzeit verschiedene Bodentypen. Vorherrschend treten saure Braunerden auf, zum Teil mit podsoligem Charakter. Auf kalkigen Substraten (cdH) entstanden Rendzinen und Pararendzinen, in den Talbereichen der Ruhr und der Henne dominieren auf Auenlehmen Grundwasser beeinflusste Böden und Auenböden (Auen-Vega etc.).

Diese zuletzt genannten Böden zeigen Bereiche an, in denen heute oder in der Vergangenheit regelmäßig fließendes Wasser auftritt bzw. aufgetreten ist.

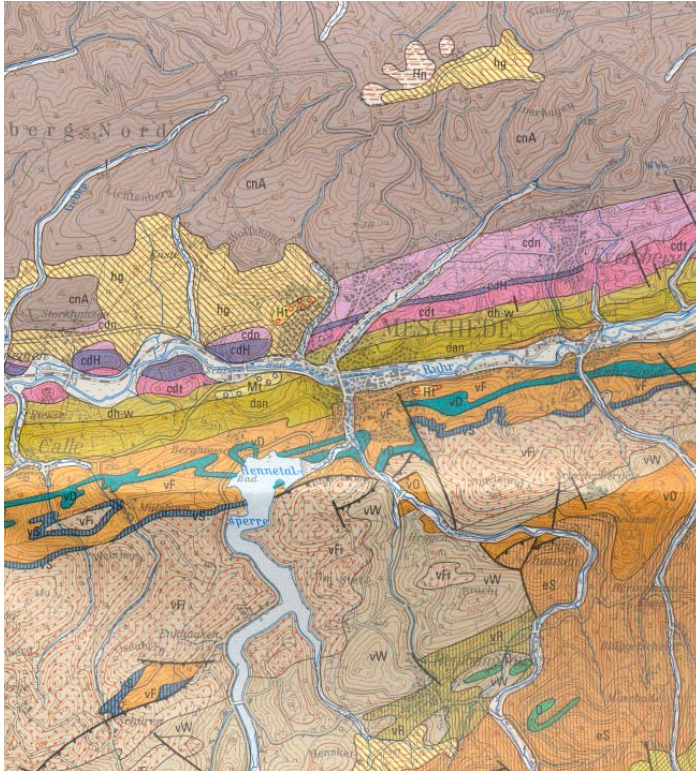


Abbildung 1-6: Geologie im Raum Meschede - Ausschnitt aus der Geologischen Karte C 4714 Arnsberg (1:100.000)

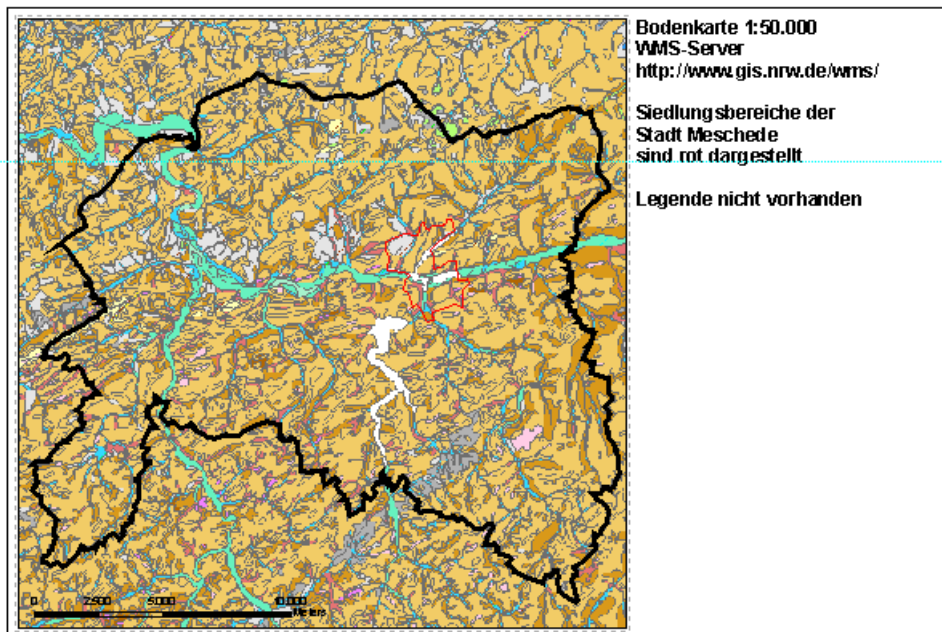


Abbildung 1-7: Bodenkarte 1:50.000 für den Bereich der Stadt Meschede
 Quelle: <http://www.gis.nrw.de/wms/BK50/>

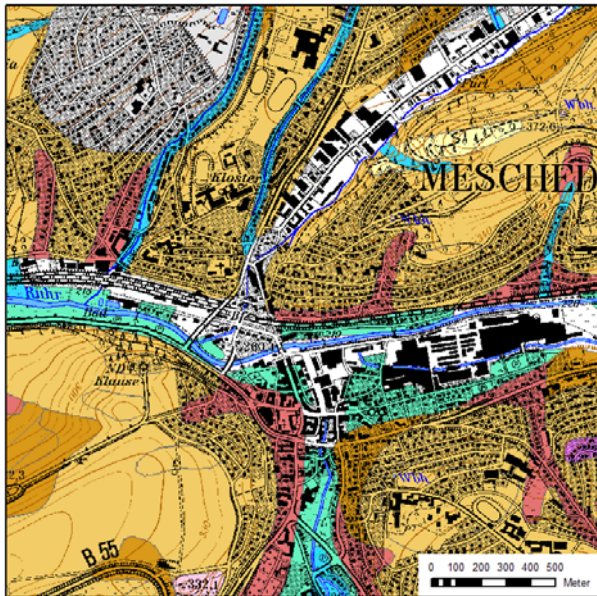


Abbildung 1-8: Bodenkarte von Meschede

Quelle: <http://www.gis.nrw.de/wms/BK50/>

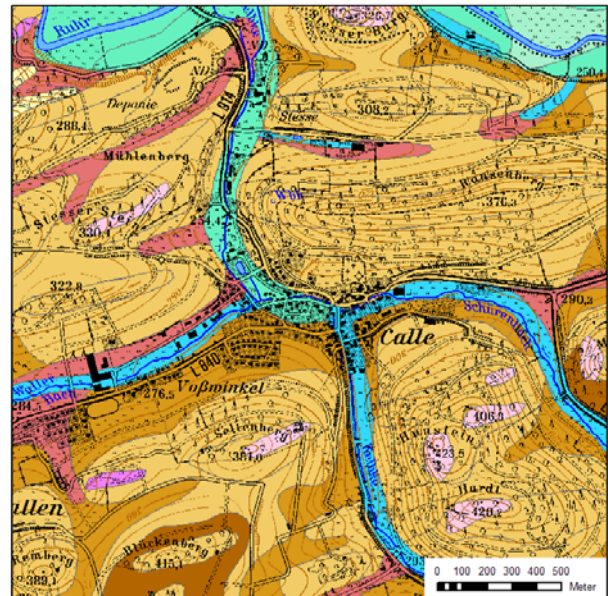


Abbildung 1-9: Bodenkarte von Calle

Quelle: <http://www.gis.nrw.de/wms/BK50/>

1.4 Topografie

Die Höhenlage der Siedlungsbereiche der Stadt Meschede variiert zwischen 218 mNN in Freienohl und 632 mNN, innerhalb der Verwaltungsgrenzen der Stadt treten Höhenunterschiede zwischen 159 mNN in den Talbereichen der Ruhr und 818 mNN im Rothaargebirge im Süden auf. Das Stadtgebiet liegt beiderseits der Ruhr, dort kommen neben sehr flachen Bereichen auch steile Bereiche vor, z. B. an den Talflanken der Ruhr und der Henne mit über 20° Neigung.

Die topografischen Verhältnisse des Ortskerns von Meschede sind in Abbildung 1-11, die aus Calle in Abbildung 1-12 ersichtlich.

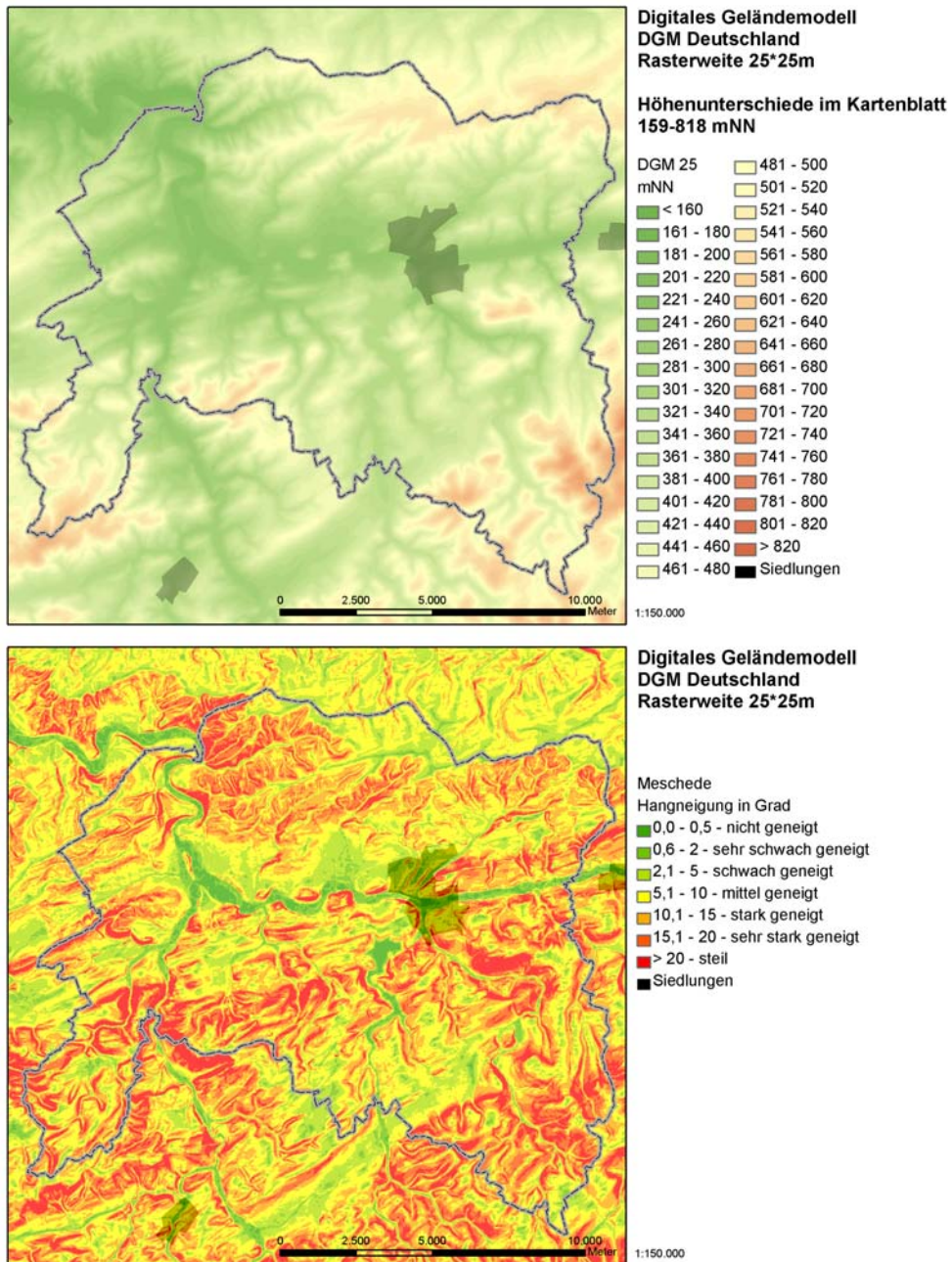


Abbildung 1-10: Höhenverhältnisse und Reliefenergie ausgedrückt durch die mittlere Hangneigung in den Grenzen der Stadt Meschede

Quelle: DGM-Deutschland

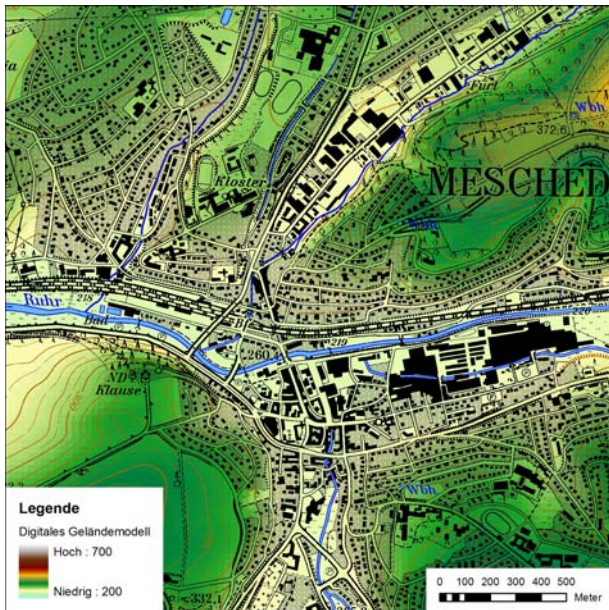


Abbildung 1-11: Topografie in Meschede

Quelle: DGM Deutschland, DTK25, eigene Darstellung

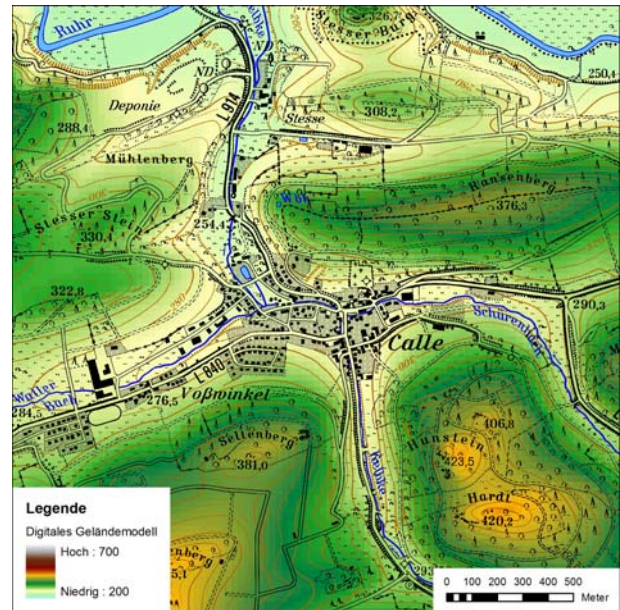


Abbildung 1-12: Topografie in Calle

Quelle: DGM Deutschland, DTK25, eigene Darstellung

1.5 Klima

Meschede liegt im Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen und dem kontinentalen Klima. Die Sommer sind teils feucht-kühl, teils trocken-warm. Trotz der Lage im Bergland werden im Sommer Spitzenwerte von 38°C gemessen, im Winter aufgrund der Tallage Tiefstwerte von unter -15°C. Ganzjährig kommt es häufig zu Niederschlägen, die am Nordstau des Gebirges intensiv ausfallen. Die Stadt liegt am Nordwestrand eines Höhenzuges des Rothaargebirges, daher liegt die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge bei knapp 1.000 l/m². Die niederschlagsreichsten Monate sind der Januar und Dezember gefolgt vom August, wo das Niederschlagsmaximum des Sommers deutlich erkennbar ist.

1.6 Entwässerungsstruktur

1.6.1 Natürliche Gewässer

Das größte natürliche Gewässer ist die Ruhr. Sie entspringt südlich von Meschede im Rothaargebirge im Hochsauerland in einer Höhe von 674 mNN und mündet nach 221 km bei Duisburg in den Rhein. Das gesamte Stadtgebiet befindet sich im Ruhreinzugsgebiet.

Die Henne ist ein 20 km langes Nebengewässer der Ruhr. Kurz vor Meschede wird sie zur Hennetalsperre aufgestaut. In Meschede mündet sie in die Ruhr.

Aus südlicher Richtung münden der Nierbach, die Henne, die Kelbke, die Wenne mit der Arpe sowie die Rümmecke in die Ruhr. Vom Norden her nimmt die Ruhr die Gebke, den Bremkebach und die Giesmecke auf. Kleinere Gewässer sind nicht an das städtische Entwässerungssystem angeschlossen. Es handelt sich um Wege-seitengräben.

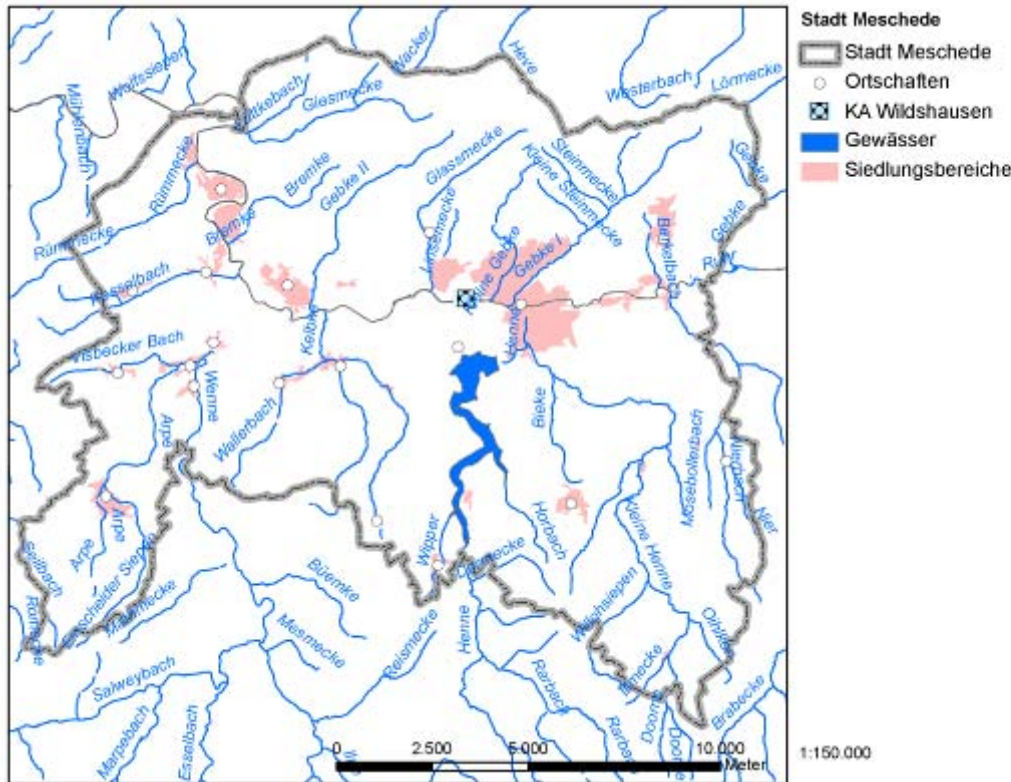


Abbildung 1-13: Gewässersystem

Das anfallende Niederschlagswasser wird zum Teil von der Kanalisation und zum Teil direkt von den Gewässern aufgenommen (Quelle: Begründung zum Bebauungsplan Nr. 136 „Am Gaswerk“).

Hennetalsperre

Die Hennetalsperre wurde zur Sicherung der Wasserversorgung im Ruhrgebiet angelegt. Der erste Talsperrenbau war undicht und wurde abgerissen. 1952-1955 wurde die Talsperre neu errichtet zum Zweck der Trinkwasserversorgung und des Hochwasserschutzes (Quellen: Stadt Meschede o.J. a, b).

1.6.2 Kanalisation, Stadtentwässerung

Das Kanalnetz der Stadt Meschede ist 240 km lang und umfasst 5.000 Schachtbauwerke. In Meschede herrscht Mischkanalisation vor, etwa 75 % aller Kanäle führen Schmutz- und Regenwasser. Trennkanalisation ist im Stadtteil Meschede-Enste sowie in einigen neuen Wohnbaugebieten vorhanden. An die zentrale Abwasserbehandlungsanlage sind 99,15 % der Gesamtbevölkerung der Stadt Meschede angeschlossen. Zehn Pumpstationen heben das Abwasser in eine Freispiegelleitung, die dann dem Gefälle folgend das Abwasser zur Kläranlage abführt. Das Abwasser der verschiedenen Ortsbereiche wird über den Ruhrtalsammler der Kläranlage Wildshausen zugeführt, wo die Reinigung des Schmutz- und Mischwassers erfolgt. Die Kläranlage Wildshausen wird vom Ruhrverband betrieben (Quelle: Begründung zur 3. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 55 „Gewerbegebiet Enste II“).

Bemessung

Die Kanalisation wird zzt. mit den Niederschlägen nach KOSTRA bemessen, ältere Kanäle des Entwässerungssystems wurden für ein 15-minütiges, einjähriges Regenereignis bemessen (r_{15} , $n=1$) (mündliche Mitteilung Tiefbauamt Meschede).

Mischkanalisation liegt vor

- in der Innenstadt
- im Wohngebiet „Im Hagen“, Stadtteil Eversberg
- im Stadtteil Freienohl

- im Bereich Berghauser Weg
- am Gaswerk Gebkestraße
- teilweise im Ortsteil Berge
- im Wohngebiet „Osterbruch“, Stadtteil Wennemen
- im Wohngebiet „Vor dem Holzborn“, Stadtteil Wehrstapel (4 km östlich der Kernstadt Meschede)
- im Gewerbegebiet „Enste“
- im Bereich Gartenstadt Nord 2
- in Stadtmitte Süd
- im Bebauungsgebiet „Alte Ziegelei“
- in der Briloner Straße (DN 400)

Mit Trennkanalisation werden entwässert

- der Stadtteil Enste
- die Philipp-Schlick-Straße
- das Wohngebiet „An der neuen Kirche“, Stadtteil Berge
- das Wohngebiet „Ostfeld II“, Stadtteil Grevenstein
- das Wohngebiet „Seltenberg“, Stadtteil Calle / Vosswinkel

Tabelle 1-2: Kanalisation der Stadt Meschede

Kanäle/Bauwerke	Anzahl/Länge
Gesamtlänge der Kanalisation	240 km
Mischwasserkanäle	ca. 75 %
Schmutzwasser-/Regenwasserkanäle	ca. 25 %
Schachtbauwerke	5.000
Pumpstationen	10
Regenüberlaufbecken (Schützenstraße)	1
Kläranlage	1
Kanalisation für...	32.000 EW

Zuständigkeiten:

Der Ruhrverband ist als sondergesetzlicher Abwasserverband für die Behandlung des Schmutzwassers und für die Reinigung des im Mischsystem abfließenden Niederschlagswassers zuständig.

Der Bauhof und der Fachbereich Tiefbau und Verwaltung sind zuständig für die Unterhaltung der Gewässer im Stadtgebiet. Die Unterhaltung der Kanäle obliegt dem Ruhrverband.

Zum weiteren Aufgabenbereich gehört auch die Beseitigung der Hochwasserschäden, die Höhenregulierung der Kanaldeckel und der Regeneinläufe, die Kontrolle und Wartung des baulichen Zustands der Kanalisation und der Bauwerke (Pumpanlagen etc.), das Spülen der verunreinigten bzw. verstopften Kanalisation, die Reinigung der Stauräume und der Kanalisation (Stadt Meschede 2005).

2 Ereignisbeschreibung

2.1 Ereignisdokumentation

Das Ereignis ist in vielen Zeitungsartikeln und Rundfunkbeiträgen beschrieben. Am 17./18.09.2006 zog über die Bundesländer Hessen und Nordrhein-Westfalen eine Gewitterfront mit Starkregen und Sturm hinweg. Besonders betroffen waren die Orte Meschede im Hochsauerlandkreis und Dillenburg im Lahn-Dill-Kreis.

Das Gewittertief Nora II hatte von Frankreich für eine Schauerlinie gesorgt, die vom Südwesten Deutschlands bis zum Sauerland reichte. Nach Angaben des DWD entstand das Unwetter aus einer seltenen Wetterlage heraus. Das sich nur langsam bewegende Unwetter war durch Luftbewegungen in großer Höhe geprägt, während gleichzeitig geringe Windgeschwindigkeiten herrschten; das Ereignis hatte einen quasistationären Charakter. Die in höheren Schichten der Atmosphäre vorherrschende östliche Luftströmung verstärkte die Staueffekte vor dem Bergland und damit die Intensität der Niederschläge, insbesondere im Sauerland.

Die ungewöhnlich starke Konvektion der Luftmassen bis zur Sperrschicht in der Atmosphäre wurde durch Hebungsvorgänge an einer Tiefdruckfront sowie durch die Orografie verstärkt. Ungewöhnlich an dieser Wetterlage war neben der Intensität der Konvektion auch, dass das Unwetter aus östlicher Richtung heraufzog. Innerhalb weniger Stunden fielen in der Region um Meschede 104 mm Niederschlag, dies entspricht der langjährigen mittleren Niederschlagssumme im Monat September (Quelle: mündliche Auskunft des DWD, Westfalenpost 19.09.2006).

Das Niederschlagsereignis dauerte ca. 90 Minuten an und sorgte auf vielen Straßen in der Innenstadt von Meschede sowie in den umliegenden Stadtteilen für Überflutungen mit Wasser, Geröll und Schlamm (www.wdr.de).

Die Stadt Meschede war in der Vergangenheit einige Male von Starkregenereignissen betroffen, zuletzt 1969, 1996, 1997 und 2001. Das Ereignis vom 17.09.2006 war nach Einschätzung der Stadtvertreter das bisher stärkste Ereignis mit den größten Schäden.

2.2 Vorhersage und Vorwarnung

Für den Hochsauerlandkreis wurden am 17.09.2006 mehrere Warnungen für den Ereignistag ausgegeben. Zwischen 16:00 Uhr und 2:00 Uhr des Folgetages wurde vor Gewittern mit Sturmböen, Starkregen und / oder Hagel gewarnt.

Das KONRAD-Tagesbild zeigt einen Primärzellen-Haufen im Bereich Meschede. Zwischen 20 und 22:30 Uhr kommt es immer wieder zu Starkniederschlagswarnungen.

An das Tiefbauamt wurden diese Vorwarnungen nicht weitergegeben. Dementsprechend gab es keine Vorbereitung und keine Vorwarnzeit für die Einsatzkräfte und für die Anwohner.

Das Feuerwehr-Wetter-Informationen-System (FeWIS) des DWD ist bei der Freiwilligen Feuerwehr in Meschede nicht im Einsatz.

2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände

Niederschlagsmessungen im Gebiet der Stadt Meschede und der näheren Umgebung erfolgen durch Tageswertaufzeichnungen und kontinuierlichen Messungen des DWD, des Ruhrverbandes sowie weiterer Stationen öffentlicher und privater Betreiber. Die Stationen des DWD haben als höchsten Tageswert 87,9 mm aufgezeichnet.

Die Daten des DWD und deren Auswertung sind in Teil B dieser Untersuchung detailliert beschrieben.

Die Radardaten der Radars Essen und Flechtdorf wurden ausgewertet und mit den vorhandenen Regenschreiberaufzeichnungen angeeicht.

Der Niederschlagsmesser des Ruhrverbandes an der Hennetalsperre zeichnete innerhalb von 90 min (zwischen 20:25 Uhr und 21:55 Uhr) 65 mm Niederschlag auf (Westfälische Rundschau, Westfalenpost 21.09.2006). Die Niederschlagsstation WenholthausenN, etwa 8 km südwestlich von Meschede, maß in der Zeit zwischen 19:00 und 23:00 Uhr 85 mm Niederschlag, bis 24:00 Uhr 87 mm Niederschlag.

Das Niederschlagsereignis hatte nach der Auswertung sowohl in der Stundensumme (58 mm), wie auch als Tageswert (90 mm) eine Jährlichkeit von mehr als 100 (vgl. Teil B: Niederschlagsuntersuchung).

2.4 Abfluss und Überflutung

In der Innenstadt von Meschede stand das Wasser in vielen Straßen etwa 30 cm hoch. Das kleine Gewässer Schürenbach war auf einer Breite von über 20 m angeschwollen und über die Ufer getreten. Einen Sturzflutcharakter hatte der Oberflächenabfluss in der Briloner Straße. In Calle überflutete nach Zeugenaussagen innerhalb von 2 Minuten eine Flutwelle von etwa 1 m Höhe den Stadtteil und Teile einer Fußgängerbrücke.

Der Pegel Meschede 2 an der Ruhr hat dagegen kaum auf das Niederschlagsereignis reagiert, die Wasserstände stiegen nur geringfügig für wenige Stunden an.

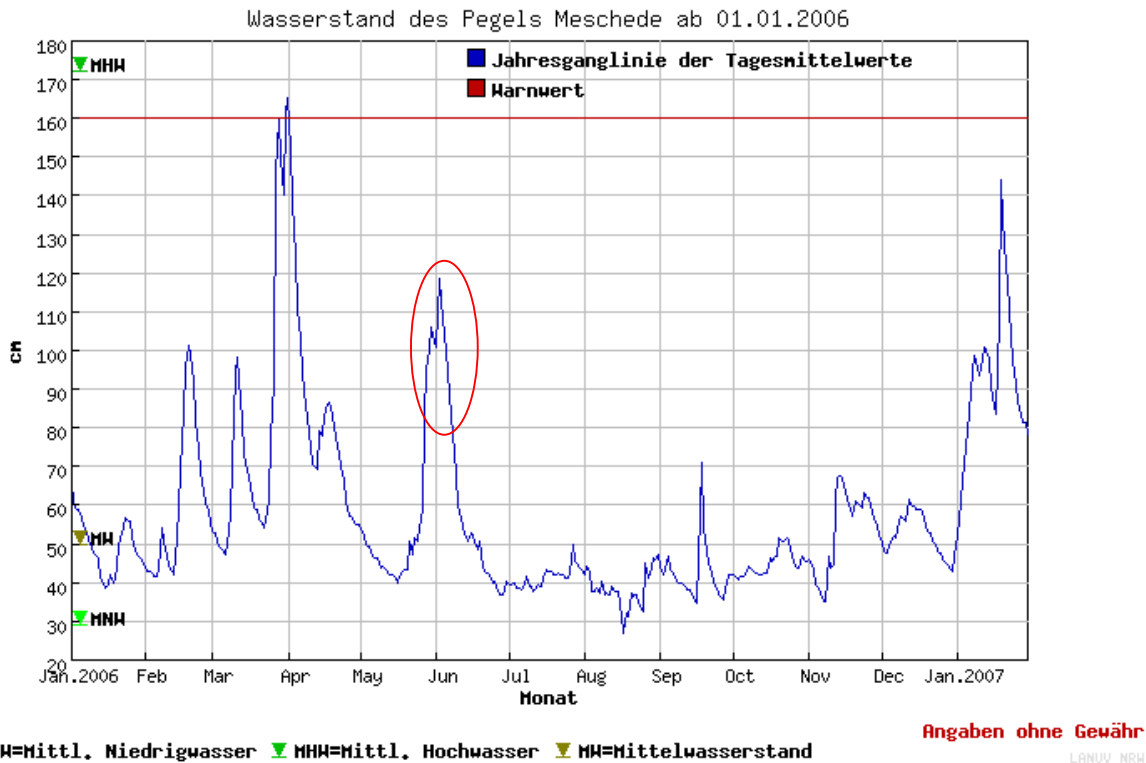


Abbildung 2-1: Ganglinie Pegel Meschede 2006

Nach Einschätzung des Ruhrverbandes verhinderte die Hennetalsperre größere Abflüsse in der Innenstadt von Meschede. Der Zufluss zur Hennetalsperre erhöhte sich binnen 4 Stunden von etwa 300 l/s auf 23.500 l/s. Der Ablauf aus der Talsperre wurde während des Niederschlagsereignisses auf 1.000 l/s gedrosselt. Nach Angaben des Ruhrverbandes war die Talsperre zu diesem Zeitpunkt zu etwa 75 % gefüllt und hat die zufließenden Wassermengen problemlos aufnehmen können.

Die folgende Abbildung 2-2 illustriert die räumliche Ausdehnung der Überflutung. In den blau gekennzeichneten Straßen wurden Straßenabschnitte, Keller und Garagen unter Wasser gesetzt. Die Angaben stammen aus den Einsatzberichten der Feuerwehr und den Informationen der Stadtverwaltung. Obwohl teilweise nur Straßenabschnitte überflutet wurden, sind die Straßen in ihrer Gesamtlänge dargestellt. Eine detaillierte Darstellung der betroffenen Straßenabschnitte ist nur in Einzelfällen möglich.

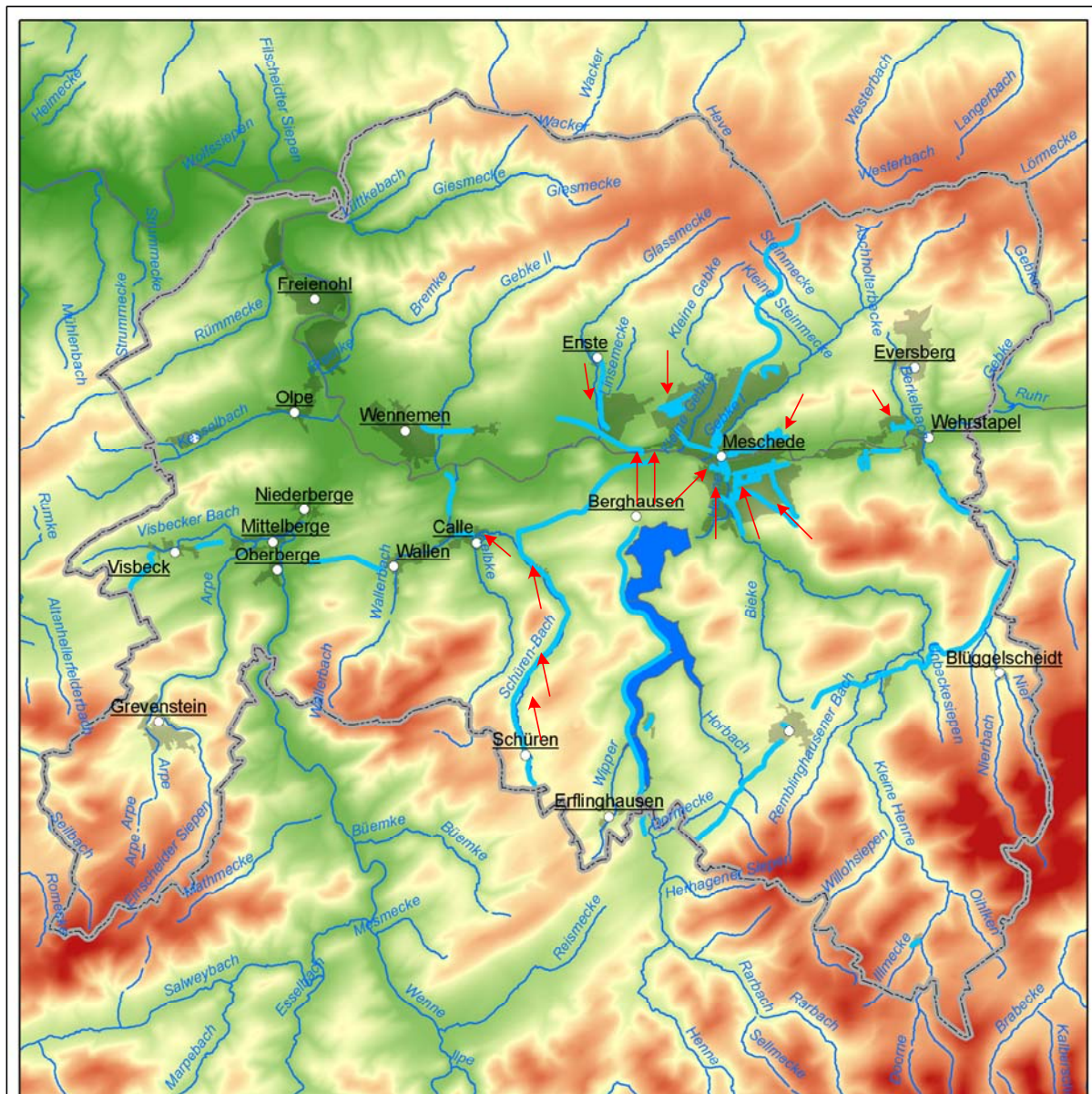


Abbildung 2-2: Überflutete Straßen (blau) und Hauptabflussbahnen (rote Pfeile)

2.5 Schadensbeschreibungen

Im Hochsauerlandkreis gingen bei der Einsatzzentrale über 300 Notrufe ein und die Einsatzkräfte führen nahezu 150 Einsätze. Die Einsätze haben größtenteils im Stadtgebiet von Meschede stattgefunden. Neben Meschede waren auch Schmallenberg und Eslohe betroffen.

Die häufigste Schadensart waren vollgelaufene Keller und (Tief-)Garagen und bis zu 30 cm hoch überflutete und dadurch verschlammte Straßen. Einige Straßen waren unpassierbar. Im St. Walburga Krankenhaus liefen die Aufzugsschächte voll Wasser; das Krankenhaus würde über mehrere Stunden über Notstromaggregate mit Strom versorgt (www.wdr.de).

Lokal fanden Hangrutschungen statt, Wassermassen rissen zum Teil Fahrzeuge mit bzw. überfluteten parkende Fahrzeuge; teilweise erlitten diese Totalschaden. Es wurden Kanaldeckel aus der Verankerung gerissen, Straßen- und Feldgräben wurden mit Schlamm und Geröll zugesetzt, Strom und Telefonleitungen waren für mehrere Stunden unterbrochen (Westfalenpost 19.09.2006, www.radio-sauerland.de).

In der Innenstadt von Meschede waren vor allem die Gutenbergsstraße und die Ruhrstraße betroffen. An diesem natürlichen Tiefpunkt treffen mehrere Haltungen der Kanalisation zusammen. Am 17.09.2006 trat das Wasser

als Überstau aus der Kanalisation aus und führte zusammen mit dem Oberflächenabfluss zu den Überflutungen in diesen Bereichen. In der Vergangenheit kam es an dieser bekannten hydraulischen Schwachstelle bei Starkregenereignissen bereits häufiger zu Überstau und Überflutungen. Das abfließende Niederschlagswasser schwemmte Schlamm und Geröll aus den oberhalb der Siedlungsflächen liegenden land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen ab, das infolge zu Verstopfungen der Kanalisation führte.

Das Kanalsystem im Bereich Schützenstraße war durch den Niederschlagswasserabfluss zuerst überlastet. Aus diesem Gebiet stammten die ersten Notrufe und hier fanden die ersten Feuerwehreinsätze statt. Das Kanaleinzugsgebiet ist im unteren Bereich der Ruhrtalaue stark versiegelt; oberhalb des Einzugsgebietes liegen land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, von denen wild abfließendes Niederschlagswasser in den Siedlungsbereich eindrang. Die Kanalisation war in dem Teilgebiet stark überlastet, der Regenabschlag, der den Abfluss in die Kanalisation bei Vollfüllung entlastet, war überlastet und konnte die anfallenden Wassermassen nicht ordnungsgemäß abführen. Der Oberflächenabfluss folgte auf dem Ittmecker Weg dem Gefälle und überflutete dort viele Keller. In der Briloner Straße, einem natürlichen Tiefpunkt, in dem ehemals ein Siefen verlief und der nun verrohrt ist, setzte sich der Abfluss fort und führte zu weiteren Überflutungen der angrenzenden Grundstücke und Gebäude. Nach Angaben des Tiefbauamtes sind in beiden Straßen die schwersten Schäden entstanden.

In anderen Wohngebieten verstopften Schlamm und Geröll Gräben und die Kanalisation. Auf den frisch bestellten Feldern angrenzend an das Wohngebiet in der Straße „Schiefe Nördelt“ hinterließ der Starkregen deutliche Erosionsspuren. Der Oberboden wurde von den Wassermassen wegtransportiert und verstopfte in Form von Schlamm und Geröll Straßengräben, Kanäle und überflutete Keller. Auf der Eicke im Feriendorf Hennesee verstopften die Schlammfluten Versickerungsanlagen. Hier entstand ein hoher Sachschaden.

Weitere Schlammfluten traten zwischen Meschede und Laer auf, wo Bodenmassen von landwirtschaftlichen Flächen die L 743 blockiert haben. Nach Angaben des Tiefbauamtes sei dies bereits wiederholt an dieser Stelle aufgetreten.

Im Stadtteil Wehrstapel kam es an einem Durchlass im Eisenbahndamm zum Rückstau; das Wasser drang über die Lichtschächte in die Keller und Gebäude an der Straße „Am Schützenplatz“ ein und überflutete den Schützenplatz samt Gebäude und Mobiliar. Der Bodenuntergrund war stark durchnässt, sodass das steigende Grundwasser durch die Bodenplatten in die Gebäude eingedrungen ist. Hier entstand ebenfalls ein hoher Sachschaden, da der Innenausbau der Gebäude neu hergestellt werden musste. Auf den benachbarten Wiesen zwischen dem Schützenplatz und dem Bahndamm staute sich das Wasser 1,5 m hoch.

In Calle, Mülsborn und Schüren kam es entlang des Schürenbachs zu weiteren Schäden. Im Sommer ist der Bach ein kaum wahrnehmbares Rinnsal. Am 17.09.2006 schwoll der Schürenbach zu einem reißenden Gewässer an, erodierte seine Ufer, uferte aus und überflutete die Straßen. Oberflächenabfluss von den benachbarten, landwirtschaftlich genutzten Flächen brachte Schlamm und Geröll mit, verstopfte Gräben und drang in Gebäude ein. Eine Grundstücksmauer wurde zerstört, als sich hinter einem Durchlass in der Mauer Wasser aufgestaut hat. Die L 914, die entlang des Schürenbachs verläuft und die L 840 von Calle nach Laer mussten gesperrt werden. In einigen Gebäuden „Am Callenbach“ sind in den Kellern die Öltanks aufgeschwommen; Öl ist jedoch nicht ausgetreten.

In der Enster Straße im Gewerbegebiet Enste kam es ebenfalls zu Überflutungen. Im stark versiegelten Gebiet „Am Galiläa“ und am Enster Bach konnten die Wassermassen weder versickern noch von den Gewässern aufgenommen werden.

Nach ersten Schätzungen verursachte das Hochwasser Schäden in Millionenhöhe.

2.5.1 Personenschäden

Personenschäden sind nicht bekannt.

2.5.2 Gebäude

Ca. 150 Keller und Tiefgaragen wurden überflutet.

2.5.3 Infrastruktur

Städtisches Krankenhaus z. T. überflutet. Straßen und Dämme erodiert oder beschädigt. Brücken beschädigt.

2.5.4 Sonstiges

Verschlammte Straßen und Wege, Erosionsschäden auf landwirtschaftlichen Flächen.

2.6 Schadenshöhe, -kosten

Der entstandene Gesamtschaden kann von der Stadt nicht beziffert werden. Die Ausgaben der Stadt zur Wiederherstellung der Infrastruktur (Straßen, Kanalnetz) sind erfasst, die privaten Schäden sind unbekannt.

Die Schätzung der Schadenshöhe mit den Einheitswerten dieser Untersuchung ergibt einen Schaden von 2,3 Mio. Euro.

Schadenskategorie		Ereignis: 17.09.2006		
Objekt		Meschede		
Fußnoten für die Ermittlung der Einzelkosten:		Anzahl	Bemerkung	Σ- Schaden
Gebäude				
1 Privathaus				
Keller		150		1.161.000,00 €
Tiefgarage mit KFZ (pauschal mit 15 KFZ)				0,00 €
Tiefgarage (leer)		5	angenommen	28.750,00 €
2 Gebäude öffentlicher/ kommerzieller Nutzung				0,00 €
Supermarkt:				0,00 €
Schwimmbad/Sportplatz/ - halle/ Grünanlage:				0,00 €
Industriegebäude:				0,00 €
Pflegeheime/Krankenhaus:		1		123.055,80 €
Schulen und andere soziale/ öffentliche Einrichtungen:		2		247.454,10 €
Bahnhöfe/ Flughäfen:				0,00 €
sonstige Gewerbebauten:		1		290.784,04 €
Verkehr/ Infrastruktur				
3 Straßen				0,00 €
Straßen unterspült:				0,00 €
Schiener/Straße/Tunnel/Unterführung unter Wasser:		20	angenommen	76.000,00 €
Straße/Tunnel/Unterführung unter Geröll/ Schlamm:		20	angenommen	80.000,00 €
4 Schiene				0,00 €
Schienen unterspült:				0,00 €
Schienen mit Geröll/ Schlamm überflutet:				0,00 €
5 Behinderung Straße				0,00 €
6 Behinderung Schiene				0,00 €
7 Behinderung Flugverkehr				0,00 €
8 Verkläusung				0,00 €
9 Brücken		0		0,00 €
10 Steg		1		25.000,00 €
11 Kraftfahrzeuge				0,00 €
zerstört:		30	angenommen	270.000,00 €
beschädigt:		0		0,00 €
Sonstige				
12 Wasser-, Abwasserleitung (auch Abwassergräben, u.ä.)				0,00 €
Reparatur				0,00 €
Reinigung				0,00 €
14 Kosten aus Medienberichten und anderen Quellen				
1.				
2.				
3.				
				2.302.044

Eine Nacherhebung zu den Schäden im Ortsteil Wehrstapel wurde in dem Gutachten „Hochwasserschutzkonzept Berkeibach“ durchgeführt.

Tabelle 2-1: Geschätztes Hochwasserschadenspotenzial Wehrstapel und Eversberg

Quelle: Hydrotec, Hochwasserschutzkonzept Berkeibach, 2008 im Auftrag der Stadt Meschede

Schäden an Objekten und Flächen	Objekt- Anzahl / Fläche	Vermögen	Schaden	Schaden	Schaden	Schaden
			bei HQ ₁₀₀	bei HQ ₅₀	bei HQ ₂₅	bei HQ ₁₀
	HQ ₁₀₀	€	€	€	€	€
Eversberg	2	326.000	51.059	0	0	0
Wehrstapel	5	490.050	88.983	79.187	22.477	0
Zwischensumme (Objekte)	7	816.050	140.042	79.187	22.477	0
Land- und forstwirtschaftliche Flächen	4 ha	-	4.000	3.500	2.000	500
Infrastruktur (Brücken) geschätzt	-	-	10.000	7.500	5.000	0
Summe	7	816.050	154.042	90.187	29.477	500

Danach wäre allein in diesem Stadtteil ein Schaden von ca. 150.000 € entstanden.

3 Hochwasserbewältigung

3.1 Zuständigkeiten, Koordination und Zusammenarbeit

Um 20:41 Uhr wurde der Löschzug Meschede alarmiert und zu einem Hochwassereinsatz infolge Starkregen und Überflutungen gerufen. Nach und nach gingen bei der Einsatzzentrale weitere Notrufe von Hausbewohnern ein, deren Keller und Grundstücke unter Wasser standen. 140 Feuerwehrleute wurden von 30 Mitarbeitern des Bauhofes der Stadt und von 35 Einsatzkräften des THW aus Meschede und Arnsberg unterstützt. Der Einsatz dauerte ca. 6 Stunden bis ca. 03:00 Uhr des folgenden Tages.

Im Einsatz waren die Feuerwehren aus Meschede, Remblinghausen, Wehrstapel, Visbeck, Wennemen, Grevenstein, Calle, Wallen, Olpe, Eversberg sowie Mitarbeiter des Bauhofs Meschede, die THW-Züge aus Meschede und Arnsberg, das Deutsche Rote Kreuz, der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen (Straßen.NRW) und die Polizei.

Die Einsatzleitstelle wurde vom Kreis betrieben und geleitet und die Einsatzleitung im Feuerwehrgerätehaus eingerichtet.

Die Einsatzleitstelle koordinierte die Zusammenarbeit der Einsatzkräfte. Die Zusammenarbeit funktionierte reibungslos. Dies ist u.a. auf die langjährige Zusammenarbeit des Löschzugleiters der Feuerwehr mit den Mitarbeitern des Hoch- und Tiefbauamtes zurückzuführen.

3.2 Laufende Information über das Ereignis

In der Einsatzzentrale der Feuerwehr liefen laufend Informationen zu den Einsätzen im Stadtgebiet ein. Von hier aus wurden Einsatzkräfte, technisches Gerät und sonstiges Material gelenkt. Bei Bedarf konnte Verstärkung und zusätzliches Material bei der Kreisverwaltung angefordert werden.

3.3 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen an Objekten

Die Feuerwehren und die anderen Hilfskräfte waren hauptsächlich mit dem Leerpumpen der vollgelaufenen Keller und (Tief-)Garagen beschäftigt. Insbesondere musste der Betrieb des St. Walburga Krankenhauses aufrecht erhalten werden, beispielsweise durch Leerpumpen der überfluteten Gebäudeteile und den Einsatz von Notstromaggregaten.

Überflutete und verschlammte Straßen wurden von der Polizei gesperrt und vom städtischen Baubetriebshof geräumt.

Bereiche mit Hangrutschungen und Schäden an der Kanalisation (Kanaldeckel) wurden zunächst gesichert.

3.4 Schadensbehebung

Der Baubetriebshof ließ nach dem Ereignis die Kanalisation in den betroffenen Straßen durch Fremdunternehmer frei spülen. Die Schadensbeseitigung an den Bauwerken zog sich noch über mehrere Tage nach dem Ereignis hin und wurde hauptsächlich vom Integrierten Baubetriebshof (IBB) geleistet.

4 Kommunale Risikoanalyse

4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko

Die größten natürlichen Gewässer in Meschede sind die Ruhr und die Henne. Von diesen Gewässern geht die größte Überschwemmungsgefahr aus.

Berichte von Unwettern und Überschwemmungen sind historisch gut dokumentiert. Die Stadt wurde im 19. Jahrhundert oft von Hochwasser, häufig bedingt durch die Schneeschmelze im Hochsauerland, heimgesucht.

Der tiefgelegene Teil der Stadt Meschede wurde bei jeder größeren Flut überschwemmt. Um die Gefahr der Überschwemmungen zu reduzieren und im Stadtgebiet nach dem II. Weltkrieg neues Bauland zu schaffen, wurde das Bett der Henne vertieft und verlegt, der Abfluss in die Ruhr reguliert. Die Henne wurde auf einer Länge von 270 m nach Osten verschoben und in 3,30 m hohe und mit Bruchstein verblendete Ufermauern eingefasst (Quelle: Stadt Meschede, o. J.).

Die Henne-Talsperre wurde 1952-1955 zum Zweck der Trinkwasserversorgung und des Hochwasserschutzes neu errichtet (Quellen: Stadt Meschede o.J. a, b)). Mit diesen Maßnahmen ist die Überschwemmungsgefahr reduziert, aber nicht beseitigt worden.

Für beide Gewässer sind Überschwemmungsgebiete festgesetzt bzw. sind Überflutungsgebiete bestimmt.

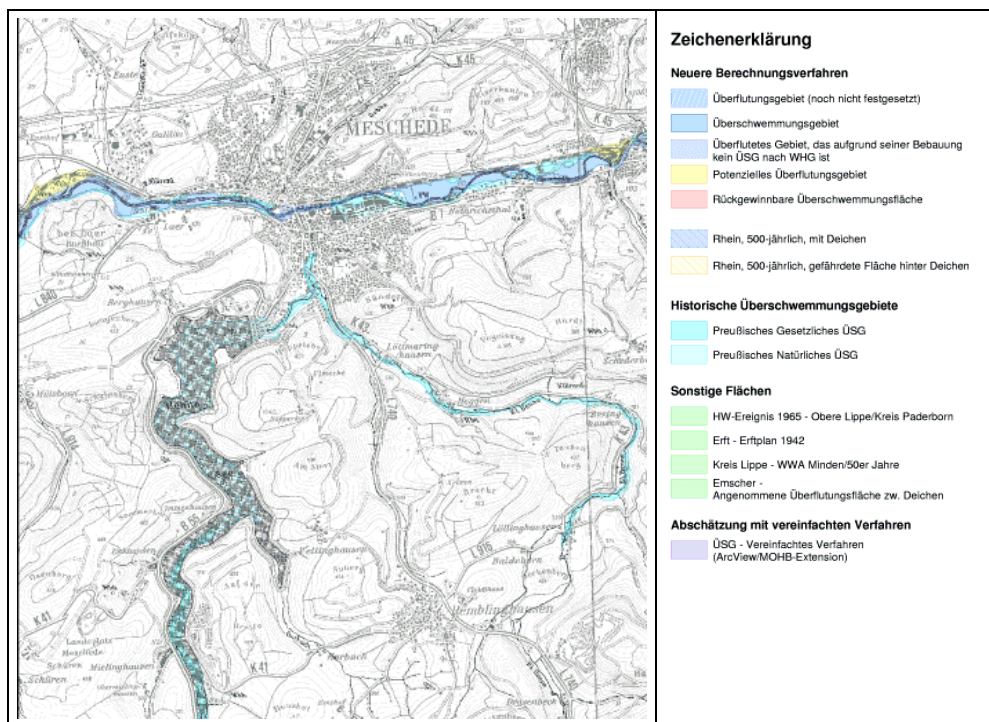


Abbildung 4-1: Digitale Karte der hochwassergefährdeten Bereiche in NRW

Quelle: Landesumweltamt NRW, 2003, (Lip 6)

(Digitale) Karte der Hochwassergefährdeten Bereiche von NRW

Die (digitale) Karte der hochwassergefährdeten Bereiche von NRW zeigt historische, aktuelle und neuere Abgrenzungen von Überschwemmungsgebiete und insoweit überschwemmungsgefährdete Gebiete in den Städten und Gemeinden des Landes. In Meschede sind insbesondere Flächen an der Ruhr und an der Henne dargestellt, vereinzelt auch wie in Calle Abgrenzungen von historischen Überschwemmungsgebieten an kleineren Nebengewässern der Ruhr. Die beim Unwetterereignis wirksamen Abflussbahnen für das Niederschlagswasser sind methodisch bedingt durch diese Darstellung kaum berücksichtigt. In der jüngeren Vergangenheit ereigneten sich vermehrt schwere Gewitter, wie beispielsweise 1997, 2001, 17./18.09.2006, und zuletzt am 10.06.2007, die mit Schäden im Gemeindegebiet verbunden waren.

Für die kleineren Zuflüsse zur Ruhr und Henne im Stadtgebiet sind keine Überschwemmungsgebiete ausgewiesen.

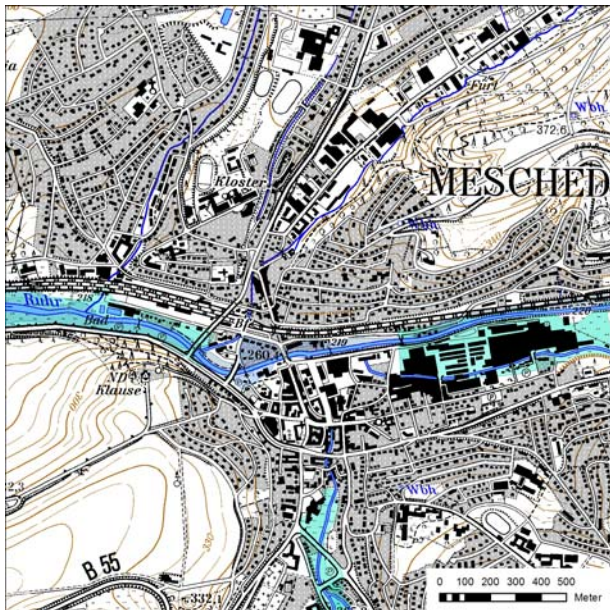


Abbildung 4-2: Hochwassergefährdete Bereiche in Meschede

Quelle:

<http://www.gis2.nrw.de/wmsconnector/wms/hochwasser?>,
DTK25 NRW, eigene Darstellung

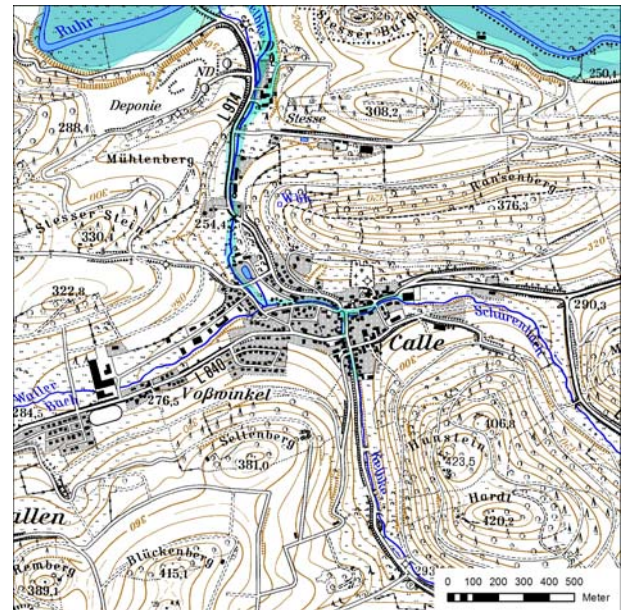


Abbildung 4-3: Hochwassergefährdete Bereiche in Calle

Quelle:

<http://www.gis2.nrw.de/wmsconnector/wms/hochwasser?>,
DTK25 NRW, eigene Darstellung

4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser

Im Auftrag der Stadt sind Gefahren- und Überschwemmungskarten für die Henne für den Bereich unterhalb der Hennetalsperre für den Fall HQ₁₀₀ und EHQ (1,6xHQ₁₀₀) erstellt worden. Die Karten und ein dazugehöriger Bericht mit Maßnahmen liegen vor.

Zwischenzeitlich sind von der Kommune Untersuchungen zur Hochwassergefährdung einzelner Stadtteile, beispielsweise Wehrstapel, vergeben worden, in denen auch Hochwasserschutzmaßnahmen (z. B. am Berkeibach) konzipiert werden.

Für alle untersuchten Fallstudien sind GIS-basierte Abflussberechnungen mit dem Programm SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) durchgeführt worden. Die Berechnungen mit SAGA basieren auf einem Geländemodell im 25-Meter-Raster (DGM 25), den CORINE Landnutzungsdaten (Rauheiten, Curve-Faktor) und einem vereinfachten Blockniederschlag in Höhe von 50 mm. Der Vorteil der Sturzflutenberechnung mit SAGA liegt in der Einfachheit der Modellerstellung und Berechnung. Durch die einfachen/groben Modelldaten sind der Genauigkeit der Ergebnisse jedoch Grenzen gesetzt.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über das mit SAGA berechnete Gebiet und einen Ausschnitt im Bereich der Stadt Meschede. Die berechneten Fließwege/Abflüsse decken sich i.d.R. gut mit den Berichten von Augenzeugen und der Feuerwehr für das Ereignis am 17.09.2006.

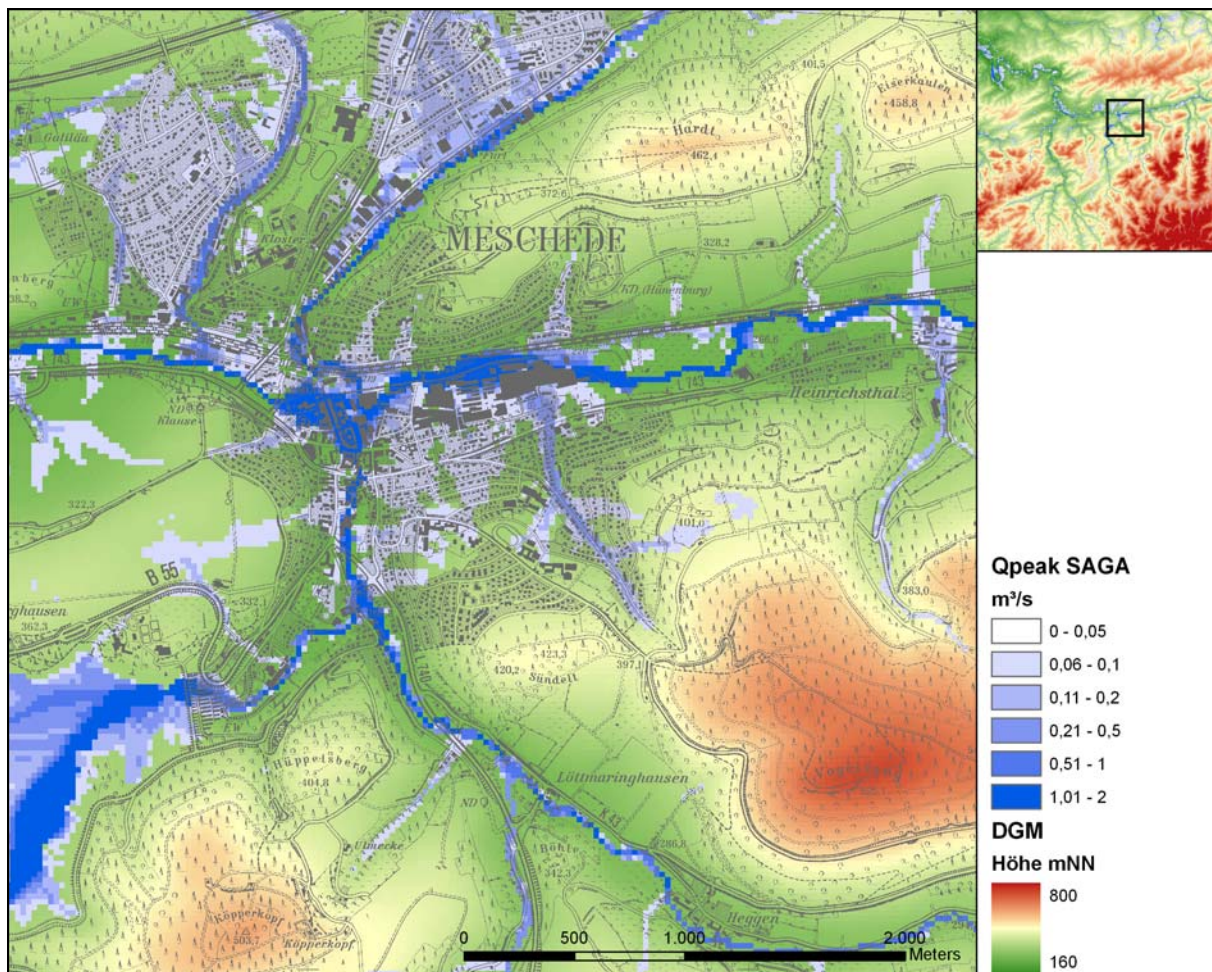


Abbildung 4-4: Mit SAGA berechnete Abflüsse/Fließwege für das Ereignis am 17.09.2006

Quelle: Hydrotec

4.3 Dokumentation und Veröffentlichung der Ergebnisse (Risikokarten)

Die Überschwemmungsgebietskarten sind öffentlich und können von jedem Bürger im Internet eingesehen werden, in einer besseren Qualität auch bei den Wasserbehörden.

5 Vorsorgemaßnahmen

5.1 Vorsorgemaßnahmen vor dem Ereignis

Generell schreibt die Abwassersatzung den Einbau von Rückstausicherungen zwischen den Gebäudeentwässerungsanlagen und den öffentlichen Kanalrohren vor.

Weitreichende Maßnahmen zur Kanalnetzsanierung und zum Betrieb des Kanalnetzes wurden bereits 1999 im Ittmecker Weg und Schederweg beschlossen. Das Ereignis vom 17.09.2006 führte in diesem Gebiet zu größeren Schäden und betonte die Dringlichkeit der Umsetzung dieses Vorhabens.

5.2 Flächenvorsorge

Unter „Maßnahmen der Flächenvorsorge“ werden das Freihalten und die Sicherung überflutungsgefährdeter Flächen, Freihalten bedeutender Abflusswege (außerhalb der Gewässer) sowie die Ausweisung von Ableitungs- und Rückhalteflächen verstanden.

Die Überschwemmungsgebiete entlang der Ruhr sind wasserrechtlich festgesetzt und planungsrechtlich in die neueren Bebauungspläne in diesen Bereichen nachrichtlich übernommen worden. Die Überschwemmungsgebiete im Bereich der Henne befinden sich zzt. in der Festsetzung. Im Geltungsbereich neuerer Bebauungspläne für den bebauten Innenbereich der Stadt Meschede werden die Bereiche, die bei einem 100 jährlichen Hochwasser HQ₁₀₀ überflutet werden, die aufgrund einer vorhandener Bebauung oder bestehender Baurechte aber kein ÜSG im Sinne des WHG sind, abgegrenzt und als Hinweis vermerkt. Bauliche Beschränkungen ergeben sich durch diese Vermerke nicht.

Die Überschwemmungsgebiete längs der Ruhr werden in diesen Bebauungsplänen als öffentliche oder private Grünflächen mit der Zweckbestimmung "Uferrandbegrünung der Ruhraue" festgesetzt.

Nach eigenen Angaben arbeitet das Tiefbauamt bei der Aufstellung von Bebauungsplänen eng mit der Stadtplanung zusammen. So werden die Topografie und potenziell abfließendes Wildwasser, das in die Bebauungsgebiete fließen kann, berücksichtigt. Zum Beispiel wurde in einem neuen Baugebiet zwischen einem Maisfeld und dem Wohngebiet ein breiter Graben zum Schutz vor Bodeneintrag angelegt. In weiteren Fällen wurden Abgrabungen und Profilvergrößerungen durchgeführt.

5.3 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen

Nicht-technische Maßnahmen zur Abflussminderung außerhalb der geschlossenen Bebauung können beispielsweise die Aufforstung von Flächen, die Schaffung natürlicher Rückhalteflächen oder eine veränderte Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen umfassen; innerhalb der Siedlungsbereiche sind dies beispielsweise Maßnahmen zur Entsiegelung, zur Regenwasserversickerung und zum Regenwasserrückhalt.

Verrieselungs- und Versickerungsmöglichkeiten von Niederschlagswasser sind in Meschede aufgrund der geologischen und topografischen Bedingungen begrenzt. Versickerung ist nur in den flacheren, Auelehm führenden Bereichen der Ruhrtalaue möglich und sinnvoll. Weitere Versickerungsmöglichkeiten bestehen dort, wo gut durchlässige, kiesige und kalkhaltige, z. T. verkarstete Schichten zutage treten. Eine Einleitung des Niederschlagswassers in die Ruhr ohne mechanische Behandlung in Regenklärbecken ist gesetzlich ausgeschlossen. In den meisten Fällen bleibt nur die Niederschlagsableitung in die Mischkanalisation als kostengünstige und effiziente Lösung übrig.

Gebührensplitting

Die Stadt Meschede hat rückwirkend zum 01.01.2005 ein Gebührensplitting für die Beseitigung von Schmutz- und Niederschlagswasser eingeführt. Die Schmutzwassergebühr bemisst sich nach dem Verbrauch von Frischwasser, die Niederschlagswassergebühr nach der bebauten und oder versiegelten Fläche auf den angeschlossenen Grundstücken. Die Grundstücksflächen werden in 3 Klassen eingeteilt (Quellen: Stadt Meschede 2006: Beitrags- und Gebührensatzung zur Entwässerungssatzung der Stadt Meschede, <http://www.wteb.de/gbm/meschede/index.html>):

- Klasse 1: wasserundurchlässige Flächen, wie Asphalt, Pflaster, Beton, Normaldächer. Diese Flächen sind zu 100 % gebührenpflichtig.
- Klasse 2: eingeschränkt wasserdurchlässige Flächen, wie Schotter, Rasengittersteine, Porenpflaster sind zu 70 % gebührenpflichtig.
- Klasse 3: Gründächer – Dachflächen mit einer dauerhaft geschlossenen Pflanzendecke, die einen verringerten oder verzögerten Abfluss des Niederschlagswassers bewirkt. Gründächer werden zu 50 % als bebaute/befestigte Flächen veranlagt.

In einem Fall wurde nach dem Ereignis vom 17.09.2006 eine landwirtschaftliche Fläche, die immer wieder Quelle von Bodenerosion und Verschlämmung der unterliegenden Flächen war, von Acker in Grünland umgewandelt.

5.4 Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Abflussminderung und zur Verbesserung der Abflussleistung von Gewässern umfassen den Bau von Rückhaltebecken an Gewässern und im Kanalnetz, Gewässerausbau und – unterhaltung, insbesondere die Beseitigung von Abflussengpässen und kritischen Bauwerken im Gewässer und im Kanalnetz.

Nach dem Ereignis 2006 wurden Maßnahmen beschlossen, die teils direkt umgesetzt wurden, teils sukzessive in den kommenden Jahren realisiert werden. Es handelt sich im Wesentlichen um Unterhaltungsmaßnahmen an Gewässern, der Kanalisation und den Straßengräben, Grabenneubauten an kritischen Stellen, Rückhaltemaßnahmen, Sanierungsmaßnahmen am Kanalnetz und Regeneinläufen, Beseitigung von Engpässen und Bepflanzungsmaßnahmen.

Tabelle 5-1: Übersichtstabelle der Maßnahmen nach dem Ereignis vom 17.09.2006

Ort	Art	Maßnahme
Am Dünnefeld	Schadensmindernde Maßnahmen	Aufgabe eines Fußweges
Berkeibach	Gewässerunterhaltung	Reinigung des Regeneinlaufs vor dem ehemaligen Bahndurchlass
Berkeibach	Gewässerunterhaltung	Reinigung der Kanäle am Schützenplatz
Berkeibach	Gewässerunterhaltung	Beseitigung von Geschwemmsel
Berkeibach	Technische Rückhaltungen	Herstellung von Verwallungen
Briloner Straße	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Neubau Regenwasserkanalisation (inkl. angrenzende Außengebiete)
Eversberg	Schadensmindernde Maßnahmen	Regenwasserkanal: Neubau des Entlastungskanals
Ferienhausgebiet Mielinghausen	Technische Rückhaltungen/Oberirdische Abflusswege	Unterhaltung der Wegeseitengräben
Hardtstraße/Karolingerstraße	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Prüfung des baulichen Zustands, bauliche/hydraulische Sanierung
Im Appelhof	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Rückstau:, Prüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeiten
Ittmecker Weg	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Umsetzung der Sanierungsplanung RÜ 10
Kämpchen/Berghäuser Str.	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Überprüfung des Zentralentwässerungsentwurfs
Mühlenloh	Oberirdische Abflusswege	Herstellung einer provisorischen Wasserführung
Mülsborn	Kritische Bauwerke	Einrichtung eines Geschiebefangs im Hauptschluss des Schürenbachs
Mülsborn	Schadensmindernde Maßnahmen	Ausbau der Wege und der Wegentwässerung
Mülsborn, „Zum Langen Berg“	Schadensmindernde Maßnahmen	Aufschottern des Weges, provisorische Wasserabweiser
Ober den Eschen	Bauvorsorge	Einbau einer Rückstausicherung
Oedacker Weg / Dollenschlucht	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Hydraulische Sanierung in der Straße Dollenschlucht
Remblinghausen Ennert	Schadensmindernde Maßnahmen	Schaffung Vorflut, Rückbau der Fahrbahnverbreiterung
RRB Eversberg	Kritische Bauwerke	Wiederherstellung der Hochwasserentlastungsanlage
RRB Remblinghausen	Kritische Bauwerke	Wiederherstellung der Hochwasserentlastungsanlage
Ruhrtalradweg	Schadensmindernde Maßnahmen	Beseitigung von Regenauswaschungen
Schederweg	Gewässerunterhaltung	Sicherung der Fließsohle
Schederweg	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Entwurf und Umsetzung Entwässerungskonzept inkl. forstwirtschaftliche Nutzflächen
Schederweg	Kanalnetzbemessung/-betrieb	Entflechtung des Trennsystems

Ort	Art	Maßnahme
Schlotweg		Sicherung der Schmutzwasserabdeckungen, Prüfung der Misch-/Regenwasserkanäle, Umsetzung der Sanierungspläne
Teichstraße, Hubertusstraße	Kanalnetzbemessung/ -betrieb	Hydraulische Sanierung des Kanalnetzes
Ulmecker Siepen	Technische Rückhaltungen	Räumen und Wiederherstellen bzw. Umgestalten des Einlaufbauwerks
Verbindungsweg Birnecker Weg – K 45	Schadensmindernde Maßnahmen	Wiederherstellung des Straßenkörpers
Vor dem Holzborn	Schadensmindernde Maßnahmen	Wiederherstellung von Wegen, Unterhaltung von Seitengräben, Herstellung einer Umflutmulde
Wirtschaftsweg Schützhütte Wal- len	Schadensmindernde Maßnahmen	Wiederherstellung der Bankette

Durch eine Kooperation zwischen der Stadtplanung und dem Tiefbauamt werden technische Maßnahmen umgesetzt, um Schäden zu reduzieren. So wurde in einem neuen Baugebiet zwischen einem Maisfeld und dem Wohngebiet ein breiter Graben zum Schutz vor fließendem Wildwasser und Bodeneintrag angelegt. Oberhalb des Baugebietes Ittmecke wurde ebenfalls ein Wegeseitengraben zum Schutz vor wild abfließendem Wasser und Bodeneintrag angelegt. Ferner wurden Bankette eines Wirtschaftsweges abgeschoben, um das kanalisierte Abfließen von Oberflächenwasser zu verhindern. In weiteren Fällen wurden Abgrabungen und Profilvergrößerungen an Gräben durchgeführt (siehe auch Punkt 5.2).

Im Schederweg soll eine Entflechtung des Mischwassersystems in Schmutz- und Regenwasserkanäle für eine Entlastung der Kanalisation sorgen. An Regenüberlauf 10 in der Schützenstraße soll eine neu zu errichtende Regenwasserkanalisation aus der Briloner Straße angeschlossen werden. Die folgende Abbildung 5-1 zeigt einen Ausschnitt der Entwurfsplanung „Erneuerung RÜ 10 – Schützenstraße – in Meschede“.

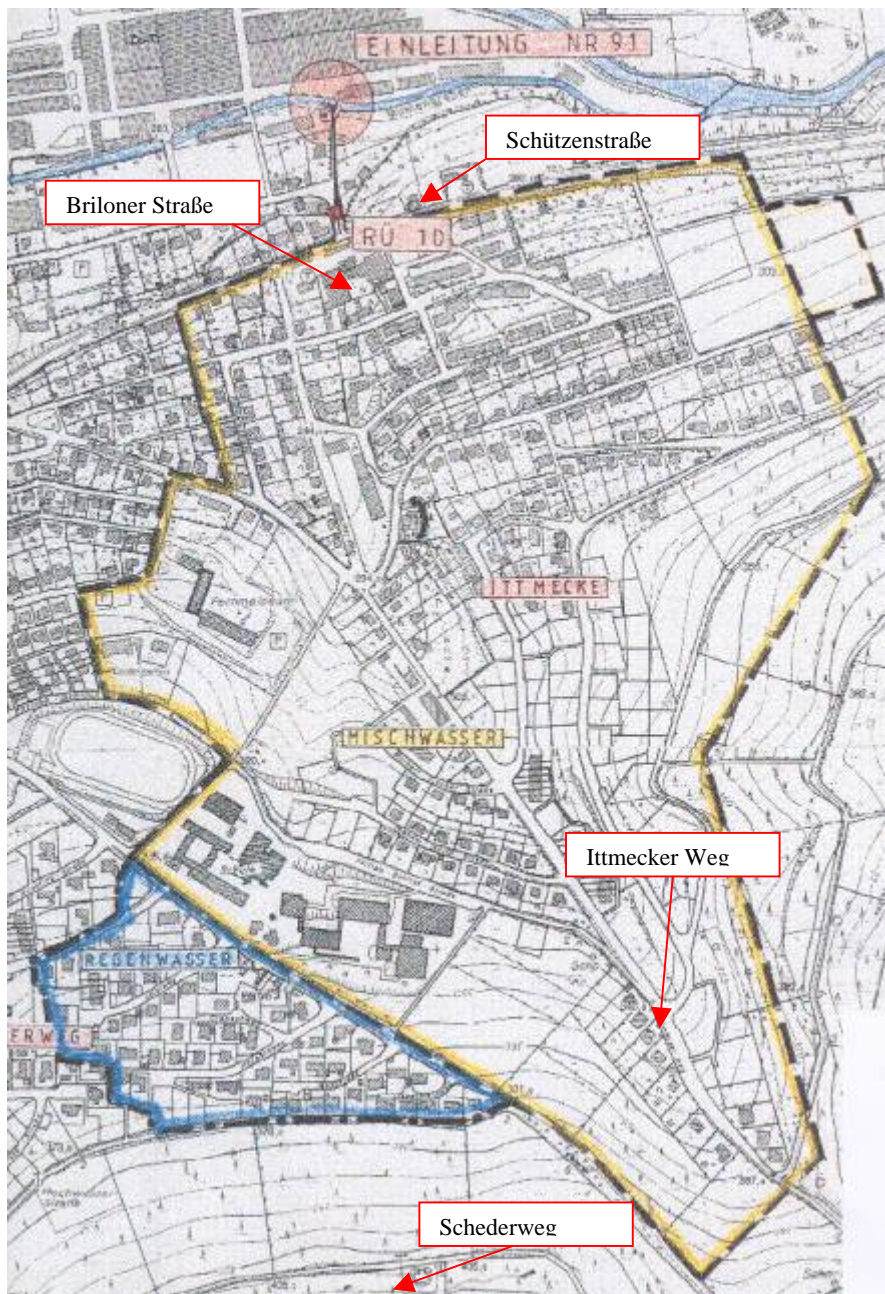


Abbildung 5-1: Ausschnitt aus der Entwurfsplanung „Erneuerung RÜ 10 – Schützenstraße – in Meschede

Quelle: Stadt Meschede

Mithilfe von hydraulischen Simulationen wurden Überschwemmungsgebiete am Berkeibach ermittelt und den Anwohnern mitgeteilt, ob ihre Grundstücke potenziell durch Sturzfluten gefährdet sind. In einem zweiten Schritt wurde geprüft, ob der Durchlass unter der Bahnstrecke Hagen-Kassel, durch den der Berkeibach den Bahndamm quert, ausreichend bemessen ist.

Eine weitere Maßnahme betraf die Beseitigung eines Fußwegs. Die Stadt Meschede hat den an exponierter Lage angelegten Fußweg zwischen Uferweg und Sportplatz am Dünnefeld infolge des Unwetters beseitigt. Der Fußweg wurde bereits mehrmals in der Vergangenheit mit großem personellen und finanziellen Einsatz gesichert. Eine Wiederherstellung der infolge des Unwetters beschädigten Infrastruktur ist nur unter hohem finanziellen Einsatz möglich. Der Fußweg wurde deshalb aufgegeben (Quelle: Stadt Meschede <http://www.meschede.de/aktuell/presse/fusswegbeseitigung.php>).

5.5 Bauvorsorge

Maßnahmen der Bauvorsorge umfassen schadensmindernde vorbeugende Maßnahmen an gefährdeten Objekten wie feste und mobile Schutzeinrichtungen und Rückstauklappen.

Der Betriebshof hält für die Anwohner der Stadt Sandsäcke vorrätig. Die Sandsäcke wurden vom Bauhof angeschafft. Bei Bedarf werden an gefährdeten Objekten temporäre Dämme aus Silage errichtet sowie technisches Gerät und Räumfahrzeuge von lokalen Unternehmen gemietet.

Am Gebäude der Kreisverwaltung wurden Dammbalkenverschlüsse zum Schutz gegen einströmendes Oberflächenwasser angebracht.

Weitere Maßnahmen der Bauvorsorge sind in Tabelle 5-1 aufgelistet.

5.6 Risikovorsorge

Unter „Maßnahmen der Risikovorsorge“ wird eine finanzielle Vorsorge für den Fall, dass trotz Vorsorge ein Hochwasserschaden eintritt, verstanden. Typischerweise sind dies Versicherungslösungen.

Bei den Versicherungen gemeldete Schadensansprüche seitens der betroffenen Anwohner sind nicht bekannt. Zwar forderten zahlreiche Anwohner von der Stadt Schadensersatz für den entstandenen Schaden; die Stadtverwaltung kommt diesen Forderungen allerdings nicht nach, da es sich bei dem Ereignis um ein unvorhersehbares, katastrophales Ereignis der Jährlichkeit $T=500$ gehandelt hat. Die Stadt Meschede meldete der Gemeindeversicherung keine Schäden.

5.7 Informationsvorsorge

Maßnahmen der „Informationsvorsorge“ umfassen die Beratung und Information für die Betroffenen, beispielsweise die Veröffentlichung von Risikokarten und Verbreitung von Informationsmaterial.

Eine eigene Hochwasser- oder Sturzflut-Broschüre der Stadt gibt es nicht. Im Übrigen liegen in Nordrhein-Westfalen mehrere Informationsbroschüren zur Bauvorsorge für die Bürger vor.

Die Risikobereiche (vgl. Kap. 4.1) sind für alle Bürger im Internet einsehbar.

Die vorhandenen Gefahren- und Überschwemmungskarten liegen dem Ordnungsamt, der Feuerwehr, dem Bauhof, der Kreisverwaltung und dem Ruhrverband vor. Alle potenziell betroffenen Anlieger unterhalb der Henne-talsperre sind benannt und können im Notfall telefonisch benachrichtigt werden. Die Vorgehensweise entstand aus den Erfahrungen, die bei der jährlichen Leistungsprüfung der Grundablässe gemacht wurden. Dabei werden jedes Mal die Keller der Anwohner der Innenstadt vernässt und sie müssen ausgepumpt werden.

5.8 Verhaltensvorsorge

Verhaltensvorsorge umfasst die Warnung vor Hochwasser und die Umsetzung in konkretes Handeln. Dazu zählen auch Trainings und Übungen, bei denen diese Handlungsabläufe außerhalb von Hochwasserzeiten eingeübt werden.

Im Rahmen der jährlichen Leistungsprüfung der Grundablässe der Talsperre sind die Anwohner der Gutenbergstraße angehalten, ihre Keller freizuhalten und ggf. auszupumpen.

6 Quellen

6.1 Interviewdaten

Ort (inkl. PLZ)	59872 Meschede
Datum	11.01.2007
Termin	11:00-14:00 Uhr Tiefbauamt Meschede

Interviewpartner	Amt/Organisation	Funktion	Tel. / E-Mail
Michael Franke	Tiefbauamt Meschede	Sachbearbeiter	michael.franke@meschede.de
Fritz Hatzfeld	Hydrotec	Projektleiter	f.hatzfeld@hydrotec.de
Arthur Kubik	Hydrotec	Projektbearbeiter	arthur.kubik@hydrotec.de

6.2 Hinweise auf weitere Kontaktpersonen, Materialien

- Integrierter Betriebsbahnhof IBB: ibb@meschede.de
- Herr Grawe, Fachbereichsleiter, Fachbereich Ordnung (Feuer-, Zivil- und Katastrophenschutz)

6.3 Verwendete Daten

Basis DLM

CORINE Land Cover

DGM Deutschland 25

DLM 250

6.4 Literatur

Fachbereich Planung und Bauordnung Stadt Meschede: „Begründung zur Neuaufstellung des Bebauungsplanes Nr. 120 „Ittmecke“.

URL: <http://www.meschede.de/wirtschaft/bebauung/stadtplanung.php>

Letztes Mal abgerufen: 18.12.2006.

Fachbereich Planung und Bauordnung Stadt Meschede: „Begründung zur 5. Änderung und Ergänzung des Bebauungsplanes Nr. 54 „Gewerbegebiet Enste I“ im Teilbereich westlich des Enster Weges bzw. westlich des ehemaligen Klosters Galiläa.

URL: http://www.meschede.de/wirtschaft/bebauung/b_plaene/karte4.php,

Letztes Mal abgerufen: 18.12.2006.

Fachbereich Planung und Bauordnung Stadt Meschede: „Begründung zur Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 139 „Ortseingang Briloner Straße“

URL: http://www.meschede.de/wirtschaft/bebauung/b_plaene/139_briloner_strasse.php

Letztes Mal abgerufen: 18.12.2006.

Fachbereich Planung und Bauordnung Stadt Meschede: „Begründung zur 1. Ergänzung und Änderung des Bebauungsplanes Nr. 42 „An der neuen Kirche“ Ortsteil Berge,

URL: http://www.meschede.de/wirtschaft/bebauung/b_plaene/karte4.php,

Letztes Mal abgerufen: 18.12.2006.

Fachbereich Planung und Bauordnung Stadt Meschede (2005): Begründung zur 1. Änderung des Bebauungsplans Nr. 63. „Sanierungsgebiet Rebell“

URL: <http://www.meschede.de>, Stichwort „Sanierungsgebiet Rebell“,

Letztes Mal abgerufen: 18.12.2006.

Freiwillige Feuerwehr der Stadt Meschede: Einsatzbericht

URL: http://www.feuerwehr-meschede.de/meschede/Einsaetze/2006_neu/012.html

Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.

Freiwillige Feuerwehr der Stadt Meschede: Bilder zu Feuerwehreinsätzen der Unwetterereignisse am 17.09.2006 und 10.06.2007

URL: <http://www.feuerwehr-meschede.de/index.html>

Letztes Mal abgerufen: 18.07.2007

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (1981): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000 Blatt C 4714 Arnsberg mit Erläuterungen. Krefeld

Hochsauerlandkreis HSK (2006): Hochwasserschutz einbeziehen der Talsperren des Ruhrverbandes in die Hochwasserbewirtschaftung. Vorlage für HVB-Konferenz. Ergänzungsvorlage zum Hochwasserschutz.

Kölnische Rundschau: „Unwetter in NRW und Hessen“

URL: <http://www.rundschau-online.de/html/artikel/1158530796907.shtml>

Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.

KOSTRA-DWD-2000 (2005): KOSTRA-DWD-2000 - Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000).

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2007): Niederschlagsdaten für die Niederschlagsstation WenholthausenN.

URL: <http://luadb.lids.nrw.de/LUA/nieder/weln.htm>

Letztes Mal abgerufen: 11.01.2007

Sauerlandkurier (2006): Nach dem Unwetter-Schock. Stadt haftet nicht für Schäden – Rund 100 Feuerwehreinsätze (Datum 20.09.2006)

Stadt Meschede (1999): Erneuerung RÜ 10 – Schützenstraße – in Meschede. Übersichtslageplan 1:5000

Stadt Meschede, URL: <http://www.meschede.de> , Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006

Stadt Meschede (o.J.) <http://www.meschede.de/stadtinfo/geschichte/y03-Henneverlegung.php>

Stadt Meschede (o.J.; a) <http://www.meschede.de/stadtinfo/geschichte/X06-alte-Hennetalsperre.php>

Stadt Meschede (o.J.; b) http://www.meschede.de/wirtschaft/stadtmarketing/henneseesee_50.php

Stadt Meschede (2006): Beitrags- und Gebührensatzung zur Entwässerungssatzung der Stadt Meschede vom 19.12.2005,

URL: <http://www.meschede.de>

Letztes Mal abgerufen 18.12.2006

Stadt Meschede (2005): Aufgabenverteilung des integrierten Baubetriebshofes (IBB)

URL: <http://www.meschede.de>

Letztes Mal abgerufen: 18.12.2006

Stadt Meschede (2006): Presse-Information der Stadt Meschede. Nr. 93/2006. „Stadt Meschede haftet nicht für Hochwasserschäden“. Meschede 19.09.2006.

Stern: „Land unter in NRW und Mittelhessen“

URL: http://www.stern.de/politik/panorama/570435.html?nv=ct_mt

Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.

THW Meschede „Unwetter in Meschede THW im Einsatz“

URL: <http://www.thw-meschede.de/>

Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.

WDR: Nachrichten aus Südwestfalen – Regionalnachrichten „Große Sachschäden durch Unwetter“

URL: <http://www.wdr.de/studio/siegen/nachrichten/>

Letztes Mal abgerufen: 18.09.2006

WDR: „Meschede: Wie Hochwasser am Rhein“

URL: http://www.wdr.de/themen/panorama/wetter/sommer_2006/unwetter/index.jhtml?rubrikenstyle=panorama, Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.

Westfalenpost (2006): „105 Einsätze in einer Nacht“ Datum 19.09.2006.

Westfalenpost (2006): „Regen schwemmt Chaos in die Städte“ Datum 19.09.2006.

Westfalenpost (2006): „Nach dem Regen. Unwetter-Opfer wollen Entschädigungen einfordern“ Datum 20.09.2006.

Westfälische Rundschau (2006): Hochwasser-Schäden: „Stadt haftet nicht“

URL: <http://www.westfaelische-rundschau.de/wr/wr.drucken.art...>

Letztes Mal abgerufen: 20.09.2006

Wikipedia – die freie Enzyklopädie, Stichworte: Meschede, Henne, Ruhr, Hennetalsperre,

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>

Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.

ZDF: Heute Nachrichten: „Millionenschäden nach Unwetter“

URL: <http://www.heute.de/ZDFheute/inhalt/21/0,3672,3979061,00.html>,

Letztes Mal abgerufen: 15.12.2006.



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Meschede

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil B: Niederschlagsuntersuchung	1
1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Meschede	2
1.1 Warnung.....	2
1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen	2
1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung	2
1.2.2 Radardatenanalyse	2
1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber	3
1.2.4 KOSTRA	4
1.3 Analyse	5
1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung	5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	KONRAD-Tagesfile VX (links) und VX-Produkt von 21 Uhr (rechts) des Radars Flechtdorf	2
Abbildung 1-2:	Angeeichte und aufsummierte Radarbilder (Radar Essen links, Radar Flechtdorf rechts) für den 17.09.2006 (Zeiten in UTC).....	4
Abbildung 1-3:	Maximale Stundensumme (Radar Essen links, Radar Flechtdorf rechts) für den 17.09.2006 (Zeiten in UTC)	4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Niederschlagsmengen im Raum Meschede am 16. –18. September 2006 (Tageswechsel um 8:30 Uhr MESZ).....	3
Tabelle 1-2:	KOSTRA-DWD-2000 Auswertung für Meschede.....	5

Bearbeitung:

Dr. Thomas Einfalt
 Markus Jessen
 Dr. Jörg Seltmann, DWD
 Andreas Wagner, DWD

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Meschede

1.1 Warnung

Im Hochsauerlandkreis wurden am 17.09.06 mehrere Warnungen am Ereignistag ausgesprochen. Zwischen 16:00 Uhr und 2:00 Uhr des Folgetages wurde vor Gewittern mit Sturmböen, Starkregen und / oder Hagel gewarnt.

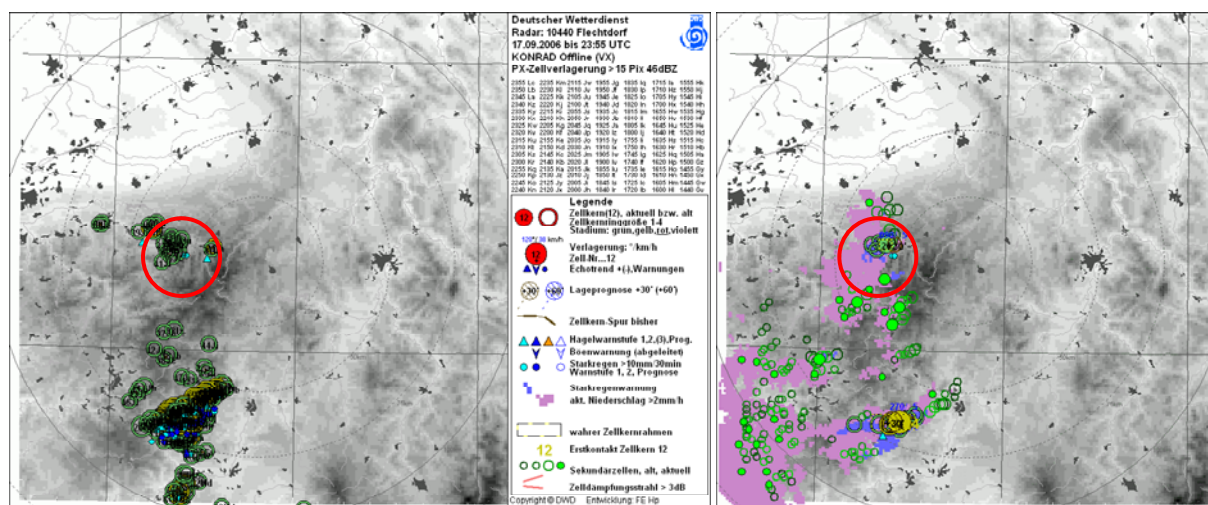


Abbildung 1-1: KONRAD-Tagesfile VX (links) und VX-Produkt von 21 Uhr (rechts) des Radars Flechtdorf

Das KONRAD-Tagesbild zeigt einen Primärzellen-Haufen im Bereich Meschede. Zwischen 20:00 Uhr und 22:30 Uhr kommt es immer wieder zu Starkniederschlagswarnungen.

1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen

1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung

Der zentrale Mittelmeerraum wurde von einem hochreichenden Tiefdrucksystem beherrscht. Am Boden entfernte sich dabei das Tief MAIKE zur Nordsee, wo es sich auflöste. Ihm folgte von Süden her der Wirbel NORA nach, der um Mitternacht über Norditalien lag. Infolge der Tiefdruckgebiete erfasste eine Starkregenzone den äußersten Süden und Südwesten Deutschlands.

1.2.2 Radardatenanalyse

Bis zum Mittag des 17.09.06 blieb es in Meschede und der Umgebung trocken. Ab 15:00 Uhr setzte intensive Konvektion ein, wobei der Bereich 50 km südlich von Meschede betroffen war. Erst gegen 20:00 Uhr setzte sich das konvektive Wettergeschehen auch in Meschede durch. Es kam in den folgenden 2 Stunden zu starker Konvektion und hohen Niederschlagsmengen. Bis 23:30 Uhr regnete es noch mit verminderter Intensität weiter. Der Niederschlag entstand direkt vor Ort, war dort stark konvektiv und zog dann nach Südwesten mit abnehmender Konvektion und Niederschlagsmenge. Feuchte Luft wurde aus Nordwesten nachgeführt, durch eine Sperrschicht konnte diese aber erst in Höhe Meschede, wegen einer leichten Konvergenz das Kondensationsniveau erreichen und abregnen. Dies erklärt die ortsfeste kontinuierliche Kondensation und lange Dauer dieses Wettergeschehens.

1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber

Die Niederschlagsmessungen im Gebiet der Stadt Meschede und der näheren Umgebung entstammen Tageswertaufzeichnungen und kontinuierlichen Messungen des DWD. Tabelle 1-1 zeigt die vom 16.09.2006 8:30 Uhr bis 18.09.2006 8:30 Uhr MESZ aufgezeichneten Summen.

Die Radardaten der Radarstandorte Essen und Flechtdorf wurden ausgewertet und mit den vorhandenen Regenschreiberaufzeichnungen angeeicht. Dämpfungseffekte ließen sich bei dem Ereignis durch Vergleich der Niederschlagssummen beider Radarstandorte nachweisen. Als Ergebnis wurde eine Tagessumme aus Radardaten erstellt, und die maximale Stundensumme des Tages berechnet. Die Abbildungen 1-2 und 1-3 zeigen die Ergebnisse.

Tabelle 1-1: Niederschlagsmengen im Raum Meschede am 16. –18. September 2006 (Tageswechsel um 8:30 Uhr MESZ)

Station	Messung	16.09.2006	17.09.2006	18.09.2006	Summe
Eslohe	kontinuierlich	0.0	62.4	0.3	62.7
Lennestadt-Theten	kontinuierlich	0.0	22.3	0.2	22.5
Lippstadt-Bökenförde	kontinuierlich	0.0	1.6	0.2	1.8
Rüthen	kontinuierlich	0.0	6.7	0.5	7.2
Sassendorf, Bad-Beusingsen	kontinuierlich	0.0	1.0	0.1	1.1
Schmallenberg-Sellinghausen	kontinuierlich	0.0	53.5	1.6	55.1
Erndtebrück-Birkelbach	Tageswert	0.0	25.3	1.7	27.0
Meschede	Tageswert	0.0	67.6	1.0	68.6
Möhnesee (Möhnetalsperre)	Tageswert	0.0	3.3	0.4	3.7
Sundern-Röhrensprung	Tageswert	0.0	87.9	0.5	88.4
Warstein-Belecke	Tageswert	0.0	19.5	0.6	20.1
Warstein-Hirschberg	Tageswert	0.0	28.2	0.8	29.0

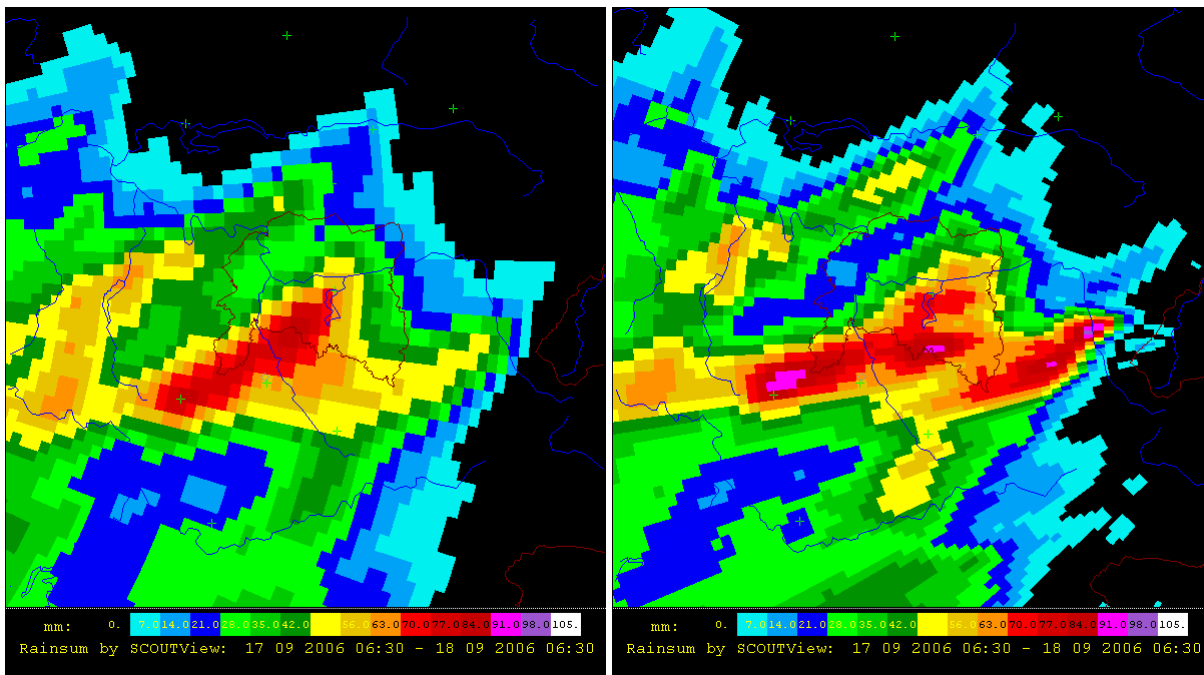


Abbildung 1-2: Angeeichte und aufsummierte Radarbilder (Radar Essen links, Radar Flechtdorf rechts) für den 17.09.2006 (Zeiten in UTC)

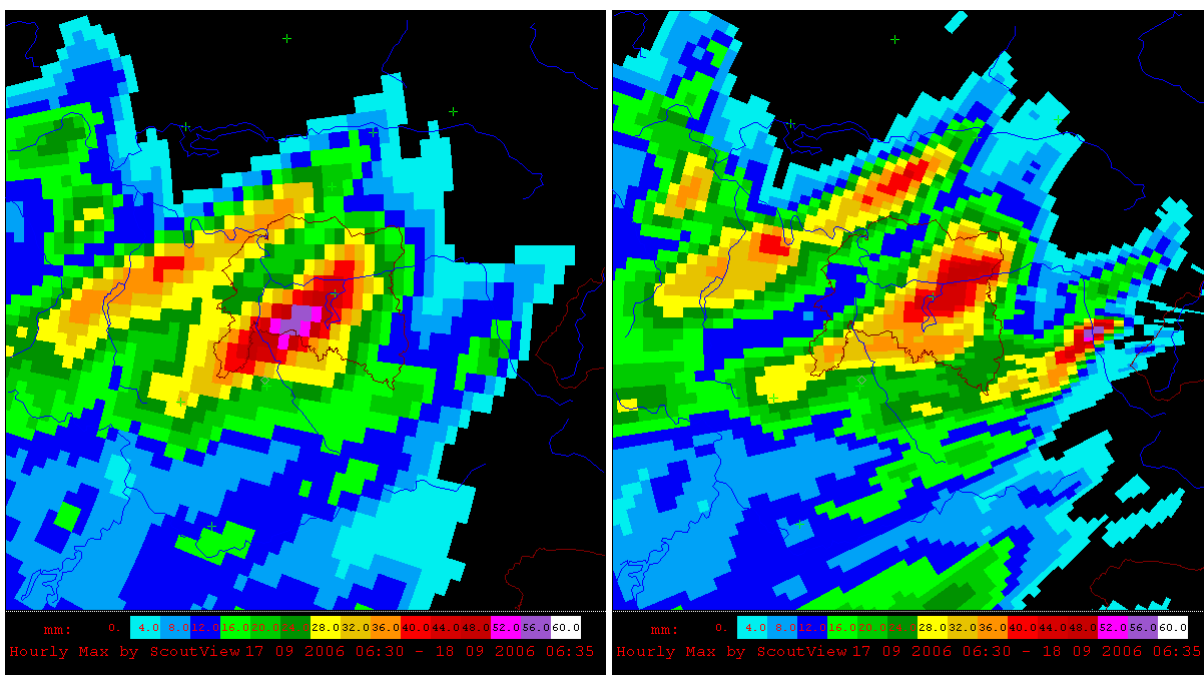



Abbildung 1-3: Maximale Stundensumme (Radar Essen links, Radar Flechtdorf rechts) für den 17.09.2006 (Zeiten in UTC)

1.2.4 KOSTRA

Die ermittelten maximalen Mengen der Regenschreiber sowie der angeeichten Radardaten ordnen sich im Raum Meschede laut KOSTRA-DWD-2000 (Tab. 1-2) sowohl für die 24-Stundensumme (bei beiden Radarauswertungen ca. 90 mm) wie auch für die maximale Stundensumme (58 mm in der Region Meschede) in eine 100-jährliche Wiederkehrzeit ein.

Tabelle 1-2: KOSTRA-DWD-2000 Auswertung für Meschede



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Meschede
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Rasterfeld : Spalte: 21 Zeile: 51

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	3,5	115,6	5,3	176,6	7,1	237,7	9,6	318,4	11,4	379,5	13,2	440,5	15,6	521,3	17,5	582,3
10,0 min	6,0	100,4	8,6	142,5	11,1	184,6	14,4	240,3	16,9	282,4	19,5	324,5	22,8	380,1	25,3	422,2
15,0 min	7,7	85,6	10,8	119,4	13,8	153,3	17,8	198,1	20,9	231,9	23,9	265,8	28,0	310,6	31,0	344,5
20,0 min	8,9	73,8	12,3	102,8	15,8	131,8	20,4	170,2	23,9	199,2	27,4	228,2	32,0	266,6	35,5	295,6
30,0 min	10,3	57,0	14,5	80,4	18,7	103,7	24,2	134,6	28,4	158,0	32,6	181,3	38,2	212,2	42,4	235,5
45,0 min	11,3	41,8	16,4	60,6	21,4	79,4	28,1	104,2	33,2	123,0	38,3	141,8	45,0	166,6	50,1	185,4
60,0 min	11,7	32,5	17,5	48,6	23,3	64,7	31,0	86,0	36,8	102,1	42,5	118,2	50,2	139,5	56,0	155,6
90,0 min	13,4	24,8	19,3	35,8	25,2	46,7	33,0	61,1	38,9	72,1	44,8	83,0	52,6	97,4	58,5	108,4
2,0 h	14,7	20,5	20,7	28,8	26,7	37,1	34,6	48,0	40,6	56,3	46,5	64,6	54,4	75,6	60,4	83,9
3,0 h	16,8	15,5	22,9	21,2	28,9	26,8	37,0	34,2	43,1	39,9	49,2	45,5	57,2	53,0	63,3	58,6
4,0 h	18,3	12,7	24,5	17,0	30,7	21,3	38,8	27,0	45,0	31,2	51,1	35,5	59,3	41,2	65,5	45,5
6,0 h	20,8	9,6	27,0	12,5	33,3	15,4	41,6	19,3	47,9	22,2	54,2	25,1	62,5	28,9	68,7	31,8
9,0 h	23,5	7,2	29,8	9,2	36,2	11,2	44,7	13,8	51,1	15,8	57,5	17,7	65,9	20,3	72,3	22,3
12,0 h	25,5	5,9	32,0	7,4	38,5	8,9	47,0	10,9	53,5	12,4	60,0	13,9	68,5	15,9	75,0	17,4
18,0 h	27,6	4,3	34,8	5,4	41,9	6,5	51,4	7,9	58,6	9,0	65,8	10,2	75,3	11,6	82,5	12,7
24,0 h	29,6	3,4	37,5	4,3	45,4	5,3	55,8	6,5	63,8	7,4	71,7	8,3	82,1	9,5	90,0	10,4
48,0 h	36,7	2,1	45,0	2,6	53,3	3,1	64,2	3,7	72,5	4,2	80,8	4,7	91,7	5,3	100,0	5,8
72,0 h	46,7	1,8	55,0	2,1	63,3	2,4	74,2	2,9	82,5	3,2	90,8	3,5	101,7	3,9	110,0	4,2

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
 h - Niederschlagshöhe (in [mm])
 rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	10,75	17,50	32,00	37,50	45,00	55,00
100 a	31,00	56,00	75,00	90,00	100,00	110,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,
 bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,
 bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

1.3 Analyse

Trotz Dämpfungseffekten bei den zur Verfügung stehenden Radardaten lässt sich die räumliche Verteilung über dem Stadtgebiet sowie der Umgebung gut abbilden. Warnungen des DWD vor Starkregen lagen vor.

1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung

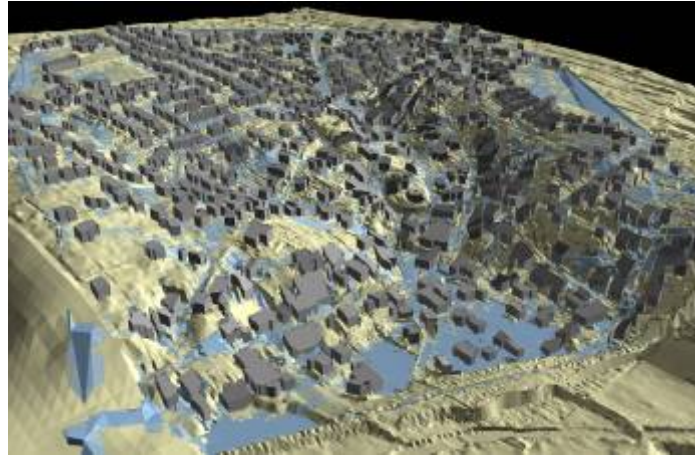
Bei extremen Ereignissen wie dem in Meschede sind sowohl die Messung des Niederschlages als auch seine Vorhersage schwierig, ungenau und zum Teil fehleranfällig. Deshalb ist es wichtig, möglichst viele, voneinander unabhängige Datenquellen zu nutzen und auszuwerten.



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Paderborn

Teil A: Analyse

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Fachhochschule Aachen
Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil A: Analyse.....	3
1 Ortsbeschreibung.....	3
1.1 Geografie, Lage und Naturraum.....	3
1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur	3
1.3 Böden und Geologie.....	7
1.4 Topografie.....	8
1.5 Klima.....	10
1.6 Entwässerungsstruktur	10
1.6.1 Natürliche Gewässer	10
1.6.2 Kanalisation	11
2 Ereignis.....	13
2.1 Ereignisbeschreibung und –dokumentation	13
2.2 Vorhersage und Vorwarnung	13
2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände.....	14
2.4 Abfluss und Überflutung.....	14
2.5 Schadensbeschreibungen.....	14
2.5.1 Gebäude.....	15
2.5.2 Infrastruktur	15
2.5.3 Sonstiges.....	15
2.6 Schadenshöhe und -kosten	15
3 Hochwasserbewältigung.....	16
3.1 Zuständigkeiten, Zusammenarbeit, Information	16
3.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen	16
3.3 Schadensbehebung.....	16
4 Kommunale Risikoanalyse.....	17
4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko	17
4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser	17
5 Vorsorgemaßnahmen	19
5.1 Vorsorgemaßnahmen vor dem Ereignis	19
5.2 Flächenvorsorge.....	19
5.3 Abflussmindernde Maßnahmen	20
5.4 Technische Maßnahmen.....	20
5.5 Bauvorsorge	21
5.6 Risikovorsorge	21
5.7 Informationsvorsorge	21
5.8 Verhaltensvorsorge	22
5.9 Erfahrungen mit der Schadensminderung/-verhinderung durch Vorsorge.....	22
6 Quellen.....	23
6.1 Interviewdaten / weitere Kontaktpersonen.....	23
6.2 Verwendete Daten.....	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Administrative Lage der Stadt Paderborn und des Stadtteils Wewer (blau eingekreist; eigene Darstellung, Grundlage DLM 250)	3
Abbildung 1-2:	Flächennutzung in der Stadt Paderborn nach CORINE Landcover 1996, Wewer ist blau eingekreist	4
Abbildung 1-3:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Wewer	5
Abbildung 1-4:	Flächennutzungsplan der Stadt Paderborn - Stadtteil Wewer, Stand 03/2008.....	6
Abbildung 1-5:	B-Plan "Alter Hellweg - W208" in Paderborn-Wewer, Stand: 28.10.2000.....	7
Abbildung 1-6:	Vorherrschende Bodentypen in Wewer.....	8
Abbildung 1-7:	Höhenverhältnisse in der Stadt Paderborn.....	9
Abbildung 1-8:	Topografie in Wewer.....	10
Abbildung 1-9:	Einzugsgebiete im Stadtgebiet von Paderborn. Die Lage des Stadtteils Wewer ist durch den blauen Kreis angedeutet.....	11
Abbildung 1-10:	Entwässerungsstruktur im Stadtteil Wewer.....	12
Abbildung 2-1:	Momentaufnahme des Radars Hannover vom 18.07.2004.....	13
Abbildung 2-2:	Straßen mit Feuerwehreinsätzen in Wewer	15
Abbildung 4-1:	Überschwemmungsgebiete aus verschiedenen Quellen	18
Abbildung 4-2:	Fließwege und Überflutungsflächen mit einer zweidimensionalen Wasserspiegellagenberechnung.....	19
Abbildung 5-1:	Titelblatt des Ratgebers	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Wichtigste Kenndaten der Kanalisation in Wewer.....	12
Tabelle 2-1:	Extreme Niederschlagshöhen der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten $T=a$ (Jahre), Mai-September (KOSTRA-DWD 2000). Die dargestellten Werte sind Mittelwerte mehrerer KOSTRA Kacheln im Stadtgebiet von Paderborn.	14
Tabelle 2-2:	Berechnung der Schadenssumme mit Einheitswerten	16

Teil A: Analyse

1 Ortsbeschreibung

1.1 Geografie, Lage und Naturraum

Paderborn liegt im Nordosten des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen im Kreis Paderborn am Rande der Westfälischen Tieflandsbucht. Südlich und östlich der Stadt steigt die Paderborner Hochfläche an, nach Osten hin das Eggegebirge. Paderborn liegt im Übergangsbereich vom Norddeutschen Tiefland zu den deutschen Mittelgebirgen. Der Stadtteil Wewer, in dem das Sturzflutereignis stattfand, befindet sich im Südwesten der Stadt Paderborn und gehört überwiegend zum östlichen Hellwegraum.

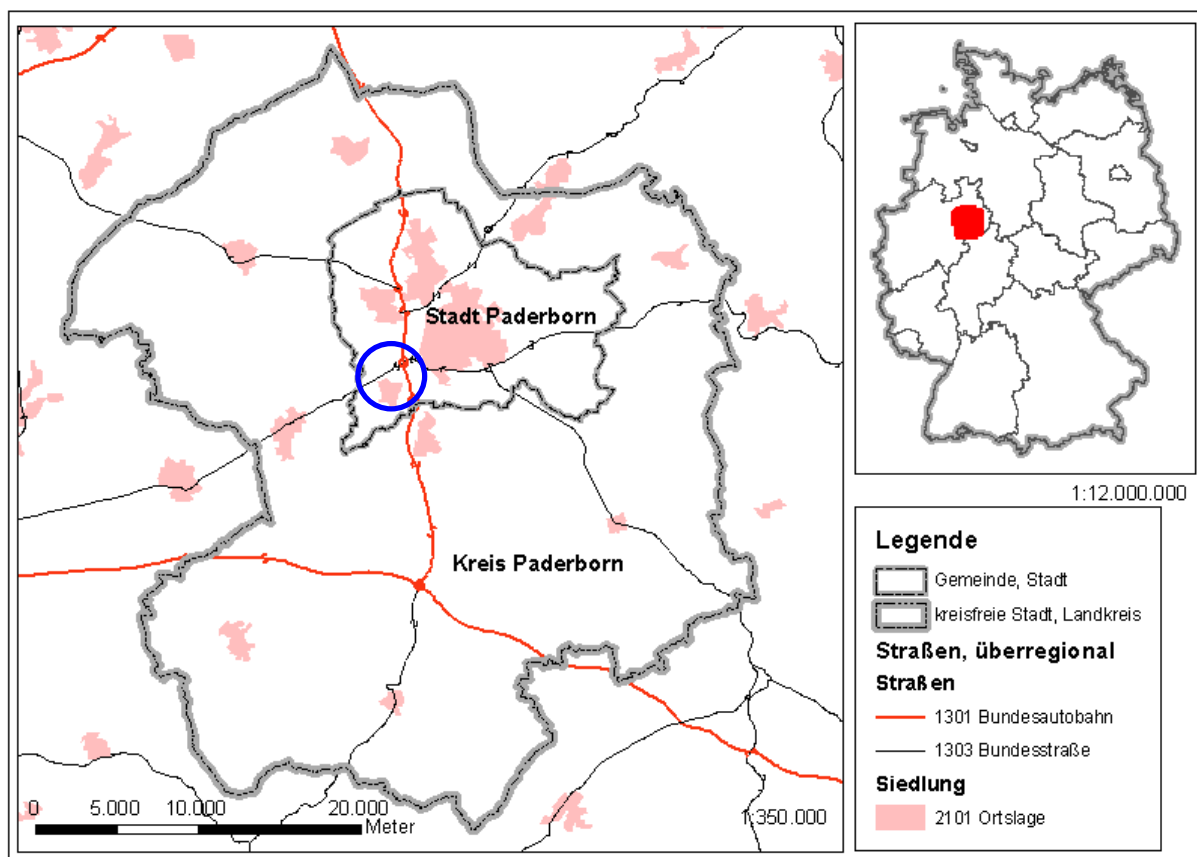


Abbildung 1-1: Administrative Lage der Stadt Paderborn und des Stadtteils Wewer (blau eingekreist; eigene Darstellung, Grundlage DLM 250)

1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur

Paderborn blickt auf eine lange Siedlungsgeschichte zurück, die bis weit vor die Zeitenwende zurückreicht. Erste urkundliche Erwähnungen der heutigen Stadt Paderborn erfolgten im 8. Jahrhundert im Zuge der Gründung des Bistums (heutigem Erzbistums) Paderborn durch Karl den Großen.

Ihr bis heute andauernder Aufschwung begann Anfang des 19. Jahrhunderts. Heute ist Paderborn Oberzentrum, Universitätsstadt und kulturelles Zentrum im Paderborner Land mit bedeutenden Wirtschaftsunternehmen, u.a. der Nixdorf Computer AG.

Das Stadtgebiet Paderborns besteht aus der Kernstadt (dem Stadtzentrum) und den Stadtbezirken Benhausen, Dahl, Elsen, Marienloh, Neuenbeken, Schloß Neuhaus/Sande, und Wewer, die als ehemals selbstständige Gemeinden im Rahmen der Gebietsreform von 1969 und 1975 eingegliedert worden sind. Die Stadtbezirke wiederum unterteilen sich in die Stadtteile Innenstadt, Talle, Stadtheide, Auf dem Dören, Kaukenberg, Auf der Lieth, Goldgrund, Südstadt, Riemekeviertel, Wilhelmshöhe, Lichtenfelde und An den Fischteichen.

Die Hauptsiedlungsgebiete von Paderborn umfassen das Stadtzentrum sowie die sich nördlich bzw. nordwestlich anschließenden Stadtteile Mastbruch / Sennelager und Sande / Elsen. Große Industrie- und Gewerbeflächen lagern sich im Südwesten und Nordosten an das Stadtzentrum an.

Als Großstadt liegt der Anteil der Siedlungsfläche an der Gesamtfläche über dem Landesdurchschnitt. Paderborn zählt eher zu den waldarmen Städten in Nordrhein-Westfalen; Waldflächen liegen im Süden im Anstieg zur Paderborner Hochfläche sowie Norden am Rand des Truppenübungsgeländes Sennelager. Landwirtschaftsfläche ist etwa durchschnittlich vertreten; der Ackerbau auf den hochwertigen Lössböden überwiegt deutlich gegenüber der Grünlandnutzung, die sich in den Auenbereichen von Bächen und Flüssen findet.

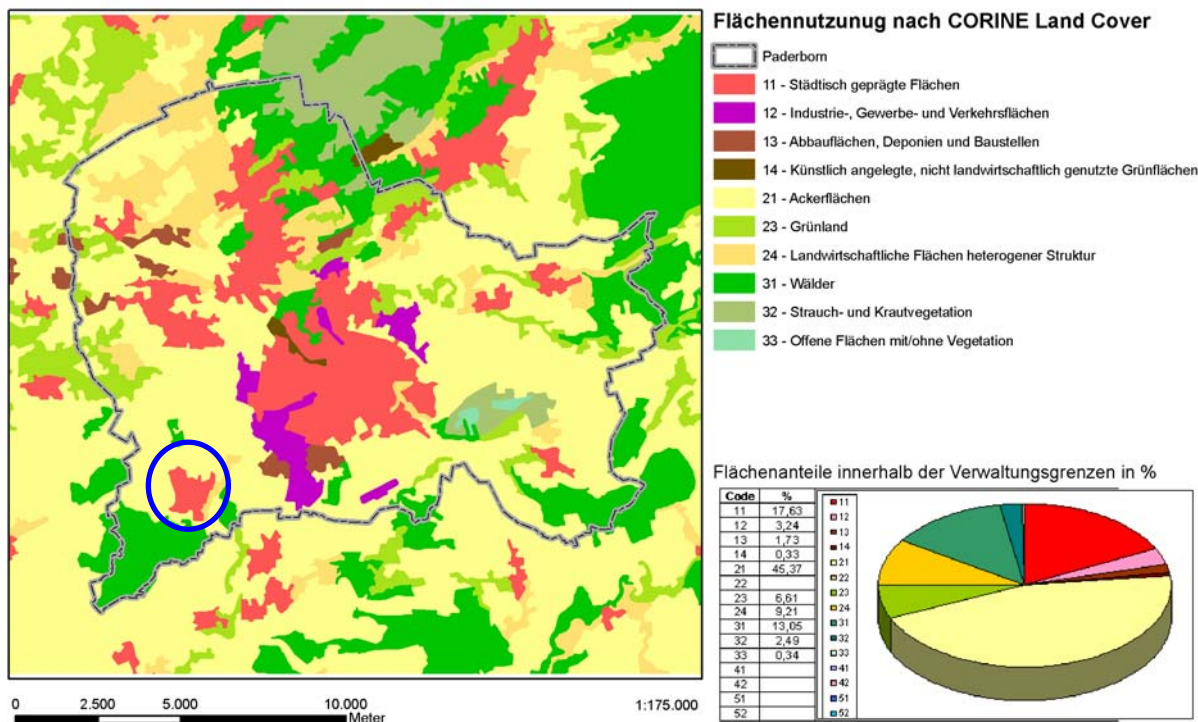


Abbildung 1-2: Flächennutzung in der Stadt Paderborn nach CORINE Landcover 1996, Wewer ist blau eingekreist

Der Ortsteil Wewer liegt im südwestlichen Stadtgebiet von Paderborn am Rand des Haarstrangs und der Almeniederung. Die Alme verläuft östlich an Wewer vorbei. Wewer nimmt den Rand der Hellbörner Börde oberhalb der Alme ein und ist von einer Reihe von Rinnen und Trockentälern durchzogen, die zu einer bewegten Topografie innerhalb der Ortslage führen.

Wewer weist insgesamt eine lockere Bebauung auf, wobei im Bereich des Ortskernes Verdichtungsansätze zu finden sind. Im Außenbereich überwiegt Wohnbebauung in Form von freistehenden Einfamilienhäusern, im Kern finden sich auch Mischnutzungen (Kleingewerbe, Dienstleistungen, Versorgungseinrichtungen).

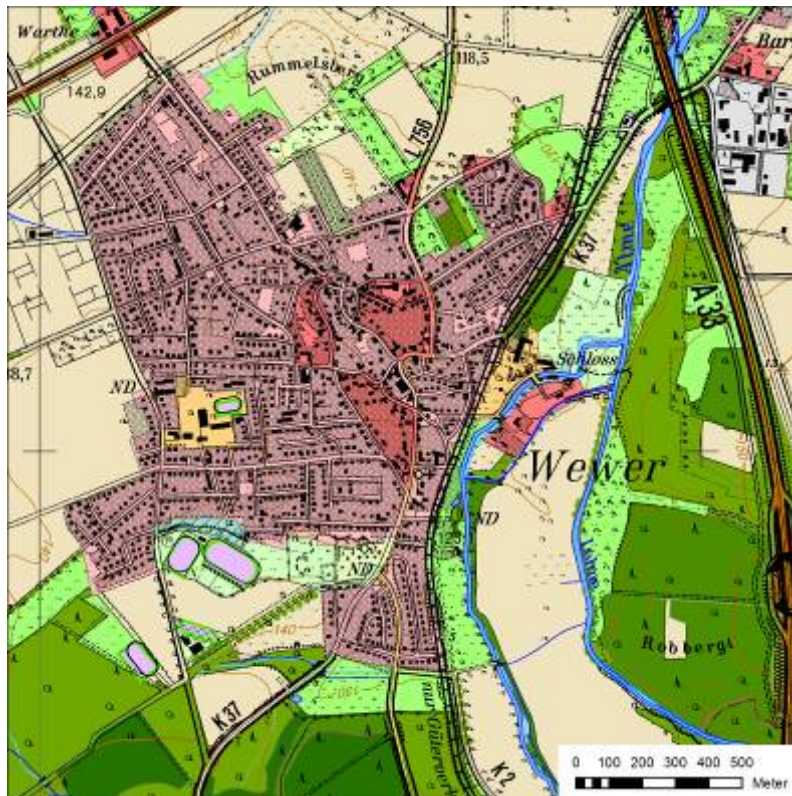


Abbildung 1-3: Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Wewer

Quelle: Basis-DLM, DTK25, eigene Darstellung

Bauleitplanung

Flächennutzungsplan Paderborn, Stadtteil Wewer

Der Flächennutzungsplan der Stadt Paderborn stellt im Bereich des Stadtteils Wewer die Bauflächentypen Wohnbauflächen, Verkehrsflächen und Sonderbauflächen unterschiedlicher Zweckbestimmung dar. Des Weiteren werden innerhalb der Bauflächen, bzw. diesen zugeordnet, Grünflächen unterschiedlicher Zweckbestimmung und Flächen für Wald dargestellt. Die Flächen um diese Gebiete sind überwiegend als Flächen für die Landwirtschaft, im Süden von Wewer sowie östlich der Alme- und Lohne-Niederung als Waldflächen dargestellt. Im Bereich von Alme und Lohne sind Wasserflächen, Flächen für die Landwirtschaft, Flächen für die Wasserwirtschaft, den Hochwasserschutz und die Regelung des Wasserabflusses (Überschwemmungsgebiet) sowie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft dargestellt.

Bebauungsplan Alter Hellweg - W 208

Für das Gebiet Alter Hellweg – Wasserburg besteht der Bebauungsplan Alter Hellweg - W 208 vom 28.10.2008. In dem Bebauungsplan sind Allgemeines Wohngebiet (2 Vollgeschosse als Höchstmaß bzw. zwingend, GRZ 0,4, offener Bauweise mit Satteldach, 38° bis 45° Dachneigung), Flächen für den Gemeinbedarf (für kirchliche, soziale und kulturelle Zwecke) und Straßenverkehrsflächen sowie als nachrichtliche Übernahme Fläche für Bahnanlage festgesetzt. Gegenüber den Straßenverkehrsflächen sind um die Baugebiete nicht überbaubare Grundstücksflächen festgesetzt. Als Grünflächen setzt der Bebauungsplan ein Erhaltungsgebot für eine Weißdornhecke längs der Bahntrasse sowie Erhaltungsgebote für Bäume im Plangebiet fest. Der Bebauungsplan enthält schließlich noch Festsetzungen zu Geh-, Fahr- und Leitungsrechten längs der Bahntrasse zugunsten der Stadt Paderborn sowie als Zufahrt zugunsten eines Grundstückes sowie eines Denkmals (Kirche).

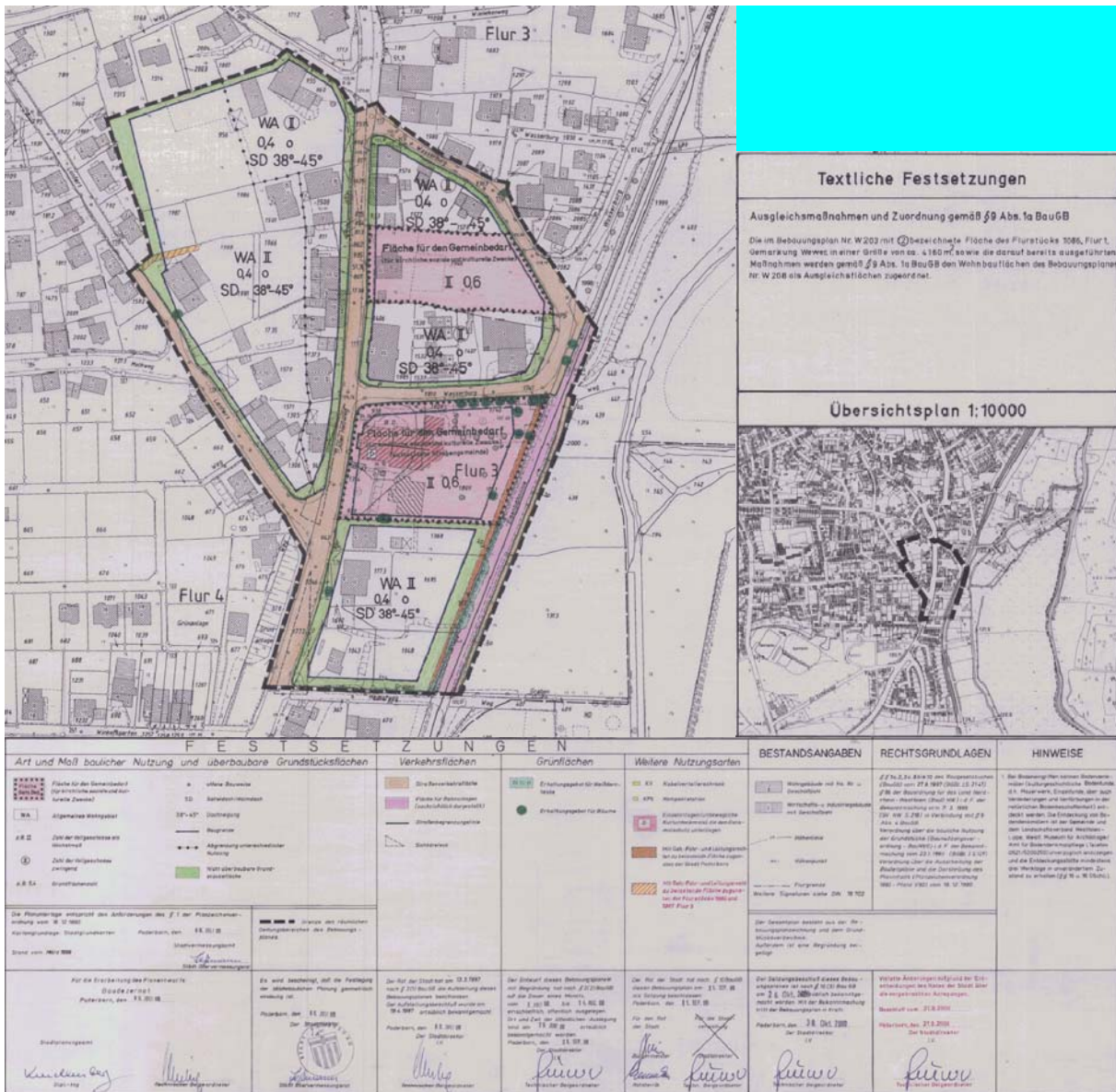


Abbildung 1-5: B-Plan "Alter Hellweg - W208" in Paderborn-Wewer, Stand: 28.10.2000

Quelle: Stadt Paderborn

1.3 Böden und Geologie

Der Ortsteil Wewer liegt südwestlich von Paderborn am Rand des Haarstrangs und der Almeniederung. Die Alme verläuft östlich an Wewer vorbei. Dort treten Auenböden und Gleye aus lehmig bis tonigen Auensedimenten auf. Westlich schließen sich die Hangbereiche des Hellwegs an mit einer Reihe von Rinnen und Trockentälern. Die Böden in den Hangbereichen sind wenig durchlässige Parabraunerden, Braunerden, Rendzinen und Pararendzinen aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen (Produkt der Kalksteinverwitterung). Aus Löss oder Lösslehm über verschiedenen Gesteinen sind Parabraunerden, Fahlerden und Pseudogleye entstanden.

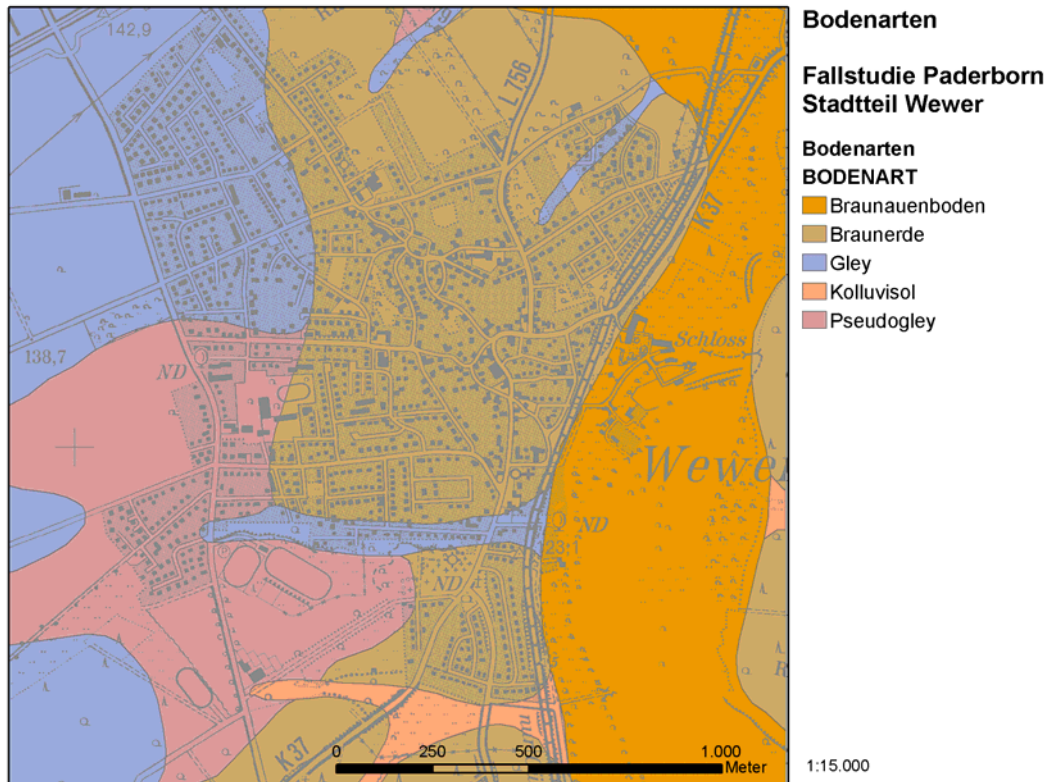


Abbildung 1-6: Vorherrschende Bodentypen in Wewer

Quelle: BK 50

Der geologische Untergrund ist stark durch verschiedene Kalk- und Sandsteinablagerungen der Kreidezeit geprägt. Durch die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit gegenüber der Abtragung ist eine Karst- und Stufenlandschaft entstanden. Am Westrand der Paderborner Hochfläche treten die unterirdisch abfließenden Karstwässer über dem wasserstauenden Emscher-Mergel in Form von Quellen wieder zu Tage.

Bäche und Flüsse, die ihr Quellgebiet im Bereich der Egge-Sandsteine haben und dort z.T. viel Wasser führen, können im Bereich der Paderborner Hochfläche in so genannten Bachschwinden oder Schlucklöchern verschwinden. Diese karsthydrologische Entwässerung erklärt, dass zahlreiche Fluss- und Bachbetten über lange Perioden trocken fallen (sog. Trockentäler oder „Gründe“) und nur nach Starkregen-Ereignissen kurzzeitig Wasser führen.

1.4 Topografie

Paderborn liegt am Rande der Westfälischen Tieflandsbucht in der Quellmulde der Pader. Südlich und östlich der Stadt steigt die Paderborner Hochfläche an, nach Osten hin das Eggegebirge. Der höchste Punkt im Stadtgebiet befindet sich im Stadtteil Neuenbeken bei 347 m über NN, der niedrigste im Stadtteil Sande (94 mNN) (vgl. Abbildung 1-7).

Der Höhenunterschied im Stadtteil Wewer beträgt maximal 25 m. Der tiefste Punkt befindet sich in der Talaue der Alme auf etwa 121 mNN, der am höchsten gelegene Punkt befindet sich im Nordwesten und liegt auf einer Hochebene auf 144 mNN. Das Gelände fällt von W-NW nach O-SO zur Almeniederung leicht ab. Die Reliefenergie ist gering, die Geländeoberfläche ist meistens mäßig geneigt mit Hangneigungsgraden zwischen 5 und 10°. Stark geneigte Geländeabschnitte treten nur äußerst selten auf und sind auf Uferkanten und Böschungen beschränkt.

Rinnen, ehemalige Hohlwege und Trockentäler sind kennzeichnend für das bewegte Kleinrelief in Wewer. Viele von ihnen treten heute nicht mehr in Erscheinung, da sie verrohrt und zum Teil überbaut sind. Bei Starkregen konzentriert sich der Oberflächenabfluss in solchen Abflussrinnen.

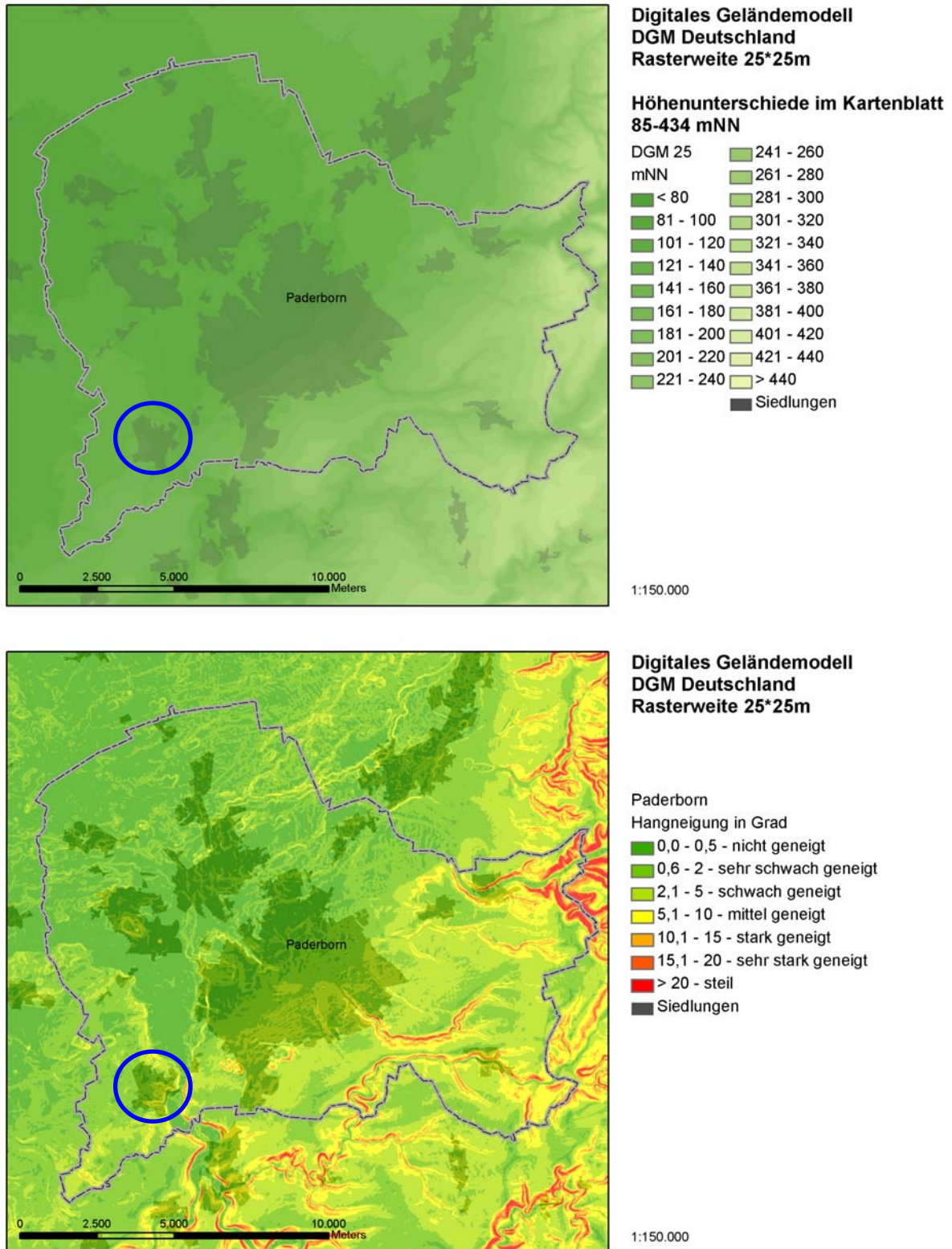


Abbildung 1-7: Höhenverhältnisse in der Stadt Paderborn

Quelle: DGM Deutschland

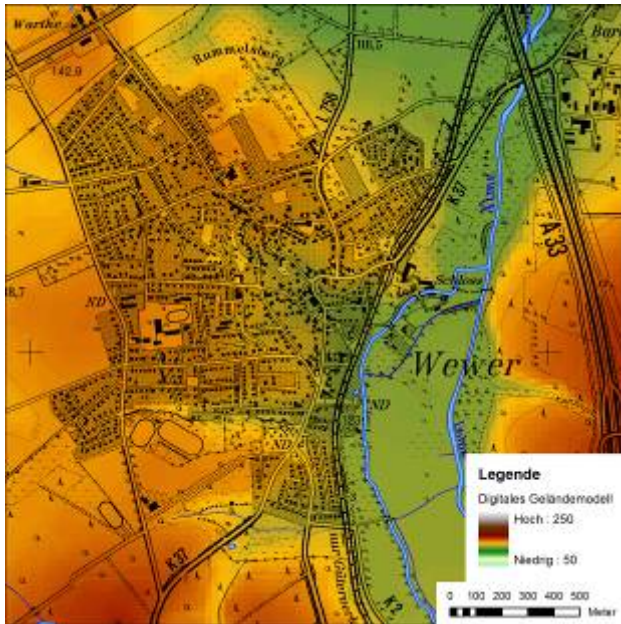


Abbildung 1-8: Topografie in Wewer

Quelle: DGM Deutschland, DTK25, eigene Darstellung

1.5 Klima

Das Klima ist mild und vom atlantischen Einfluss geprägt; die Luftmassen von Südwesten treffen hier auf ihr erstes orografisches Hindernis. Der niederschlagsreichste Monat ist der Juli mit i.M. 88 mm. Ansonsten ist das Klima in Paderborn ganzjährig feucht. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9,8°C.

1.6 Entwässerungsstruktur

1.6.1 Natürliche Gewässer

Das größte natürliche Gewässer im Stadtgebiet von Paderborn ist die Lippe. Sie nimmt in Paderborn die Alme und die Pader auf.

Die Alme ist ein 49,60 km langer Nebenfluss der Lippe und mündet in Paderborn - Schloß Neuhaus in die Lippe.

Die nur vier km lange Pader entspringt aus Karstquellen im Stadtgebiet von Paderborn. In Schloß Neuhaus mündet die Pader in die Lippe.

Früher dürften kleinere, zumindest temporär fließende Gewässer in Wewer existiert haben. Teilweise sind sie heute nicht mehr sichtbar und verlaufen unterirdisch kanalisiert. Die Straße „Winkelsgarten“ im Süden von Wewer zeichnet eine natürliche Tiefenlinie nach, die mit großer Sicherheit der Entwässerung diente. Das Vorkommen von Gleyen, also Bodentypen, die durch hohe Grundwasserstände geprägt sind, bestätigt diese Vermutung.

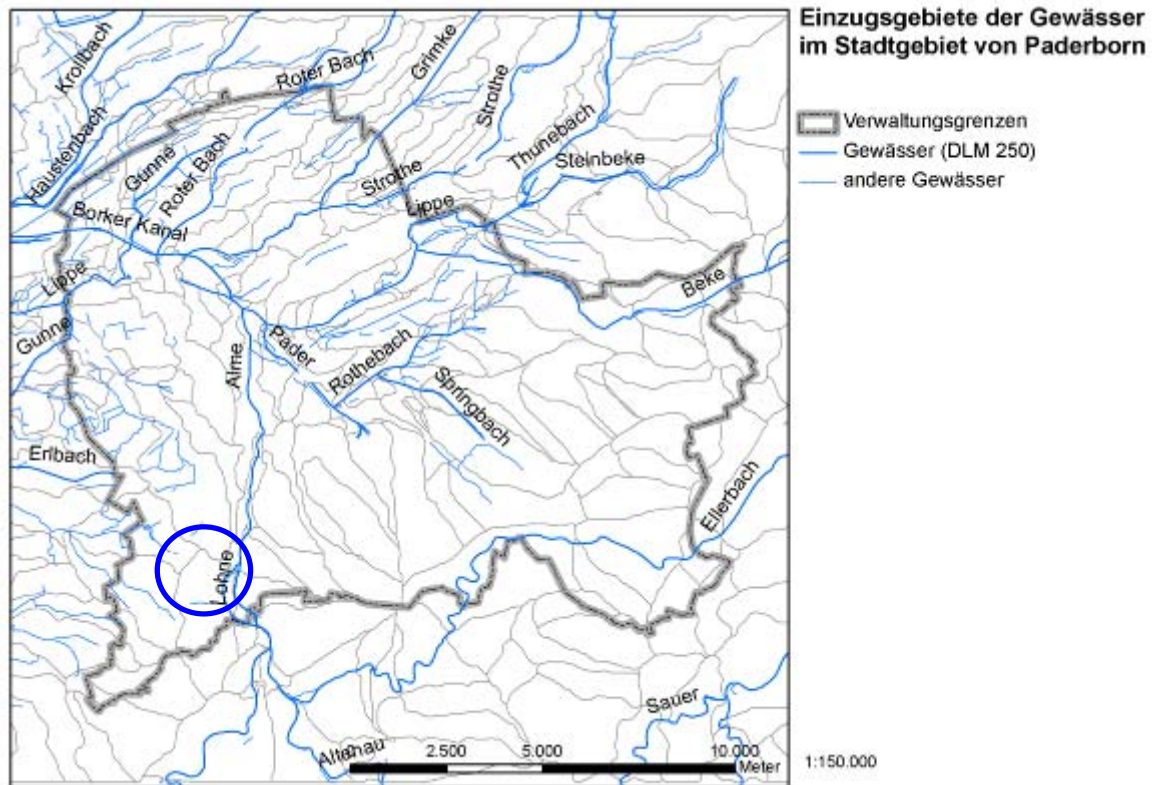


Abbildung 1-9: Einzugsgebiete im Stadtgebiet von Paderborn. Die Lage des Stadtteils Wewer ist durch den blauen Kreis angedeutet.

Quelle: DGM Deutschland, Basis DLM, DLM 250)

1.6.2 Kanalisation

Wewer wird etwa zur Hälfte im Mischsystem entwässert. Insgesamt gibt es ca. 63 ha befestigte Fläche. Zum Entwässerungssystem gehören sechs Bauwerke (RRB, RÜB, RÜ), die hauptsächlich an die Alme angeschlossen sind. Ein Neubaugebiet entwässert über den Erlbach zur Lippe.

Die Neubaugebiete werden über eine Trennkanalisation entwässert. In der Vergangenheit sind zum Teil ehemalige offene Gewässer verrohrt und überbaut worden, die heute nur mit großen Schwierigkeiten gewartet oder erneuert werden können. Aufgrund der stark bewegten Topografie bestehen in der Kanalisation Tiefpunkte innerhalb der Ortslage; teilweise sind auch diese überbaut.

Nach der Sanierung des Kanalsystems reicht die Leistungsfähigkeit zur Ableitung eines Regenereignisses mit mindestens dreijähriger Wiederkehrhäufigkeit aus.

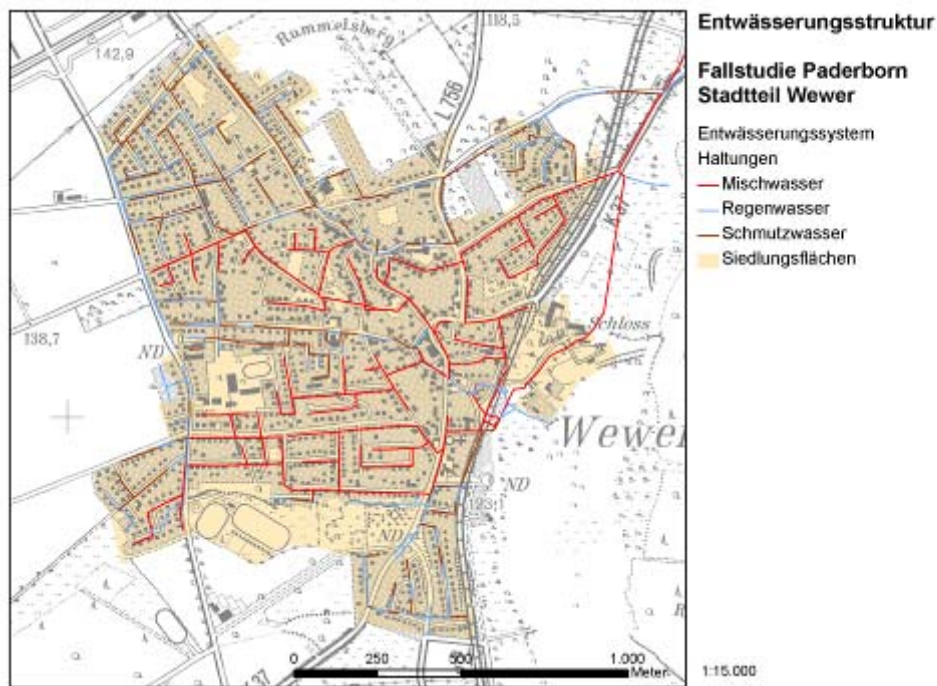


Abbildung 1-10: Entwässerungsstruktur im Stadtteil Wewer

Quelle: STEB

Tabelle 1-1: Wichtigste Kenndaten der Kanalisation in Wewer

Quelle: STEB

Kanäle/Bauwerke	Anzahl/Länge
Gesamtlänge der Kanalisation	47.353 m
Schmutzwasserkanäle	14.489 m
Mischwasserkanäle	11.975 m
Regenwasserkanäle	15.349 m
Schächte	949 Stück
Kläranlagen	0 (Ortsteilpumpwerk)
Regenüberläufe (Im Tigg, Winkelsgarten)	2
Regenüberlaufbecken (Wasserburg, Stenberg)	2
Regenrückhaltebecken	2
Regenklärbecken	0
Retentionsbodenfilter	0
Sickermulden/-schächte	0
Stauraumkanal	1 (als RRB)
Bewirtschaftungsbauwerk im Mischwasserkanal	0
Abwasserdruckleitungen	ca. 1.800 m
Abwasserpumpwerke	5
Notauslässe der Abwasserpumpwerke	0
Überpumpwerke	0
Regenpumpwerke	0

2 Ereignis

2.1 Ereignisbeschreibung und –dokumentation

Das Starkregenereignis vom 18.07.2004 war eingebettet in eine mehrere hundert Kilometer breite von SW aus Frankreich über Nordrhein-Westfalen sich nach NE verlagernde Front mit einzelnen Gewitterzellen. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt zum Zeitpunkt 14:43 Uhr. Laut dem Niederschlagsschreiber der Messstation Mönkeloh setzte zu diesem Zeitpunkt der Niederschlag ein. Die ungefähre Lage der Stadt Paderborn gibt der weiße Kreis wieder.

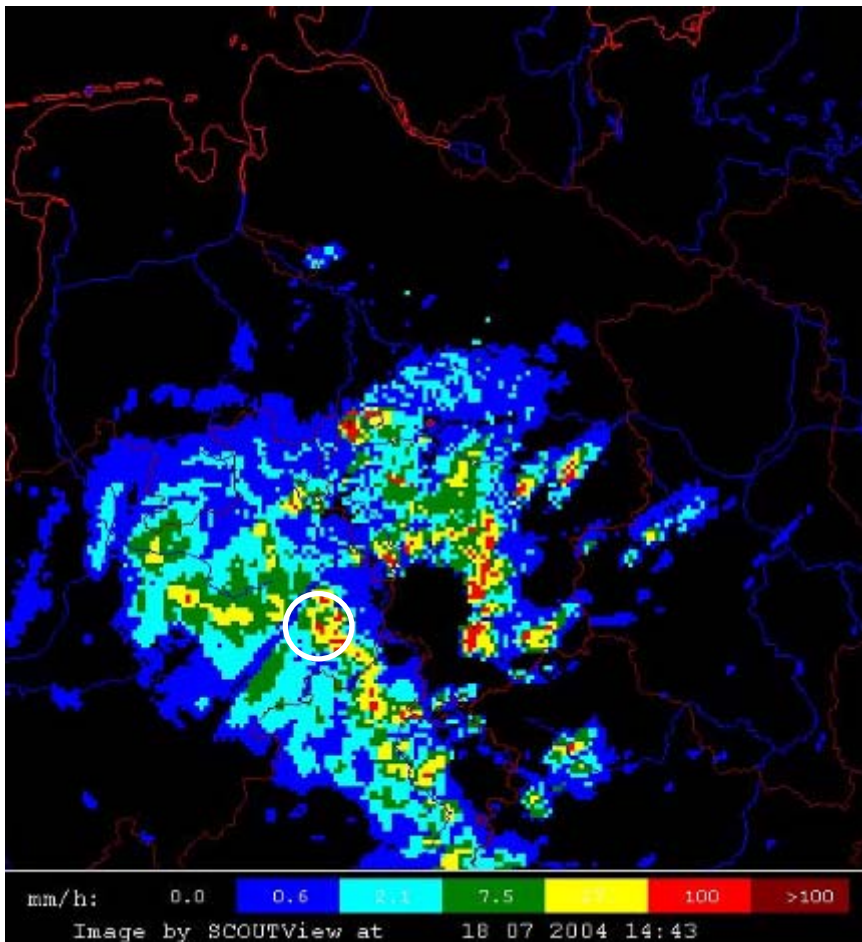


Abbildung 2-1: Momentaufnahme des Radars Hannover vom 18.07.2004

Quelle: DWD und einfalt&hydrotec)

2.2 Vorhersage und Vorwarnung

Viele und schwere Warnungen kennzeichnen das Ereignis am 18.07.04.

Von 14:00 Uhr des Vortages bis 22:00 Uhr des Ereignistages gibt es eine Vorwarnung vor schwerem Gewitter. Auch eine echte Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter gibt es zwischen 15:00 und 18:00 Uhr sowie 21:00 und 24:00 Uhr des Vortages. Auch vor Gewittern mit Sturmböen, Starkregen und / oder Hagel wurde am Vortag zwischen 18:00 und 24:00 Uhr gewarnt.

Am Ereignistag wurde von 13:00 Uhr bis 6:00 Uhr des Folgetages eine Warnung vor Gewittern mit Sturmböen, Starkregen und / oder Hagel ausgesprochen. Eine Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter galt zwischen 14:00 und 20:00 Uhr. Eine weitere Beschreibung zur Vorwarnung ist in Teil B dieses Berichts beschrieben.

2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände

Direkt verwendbare Messwerte des Niederschlagsereignisses lagen nicht vor.

Aufgrund einer technischen Störung ist das Radar am Standort Hannover an diesem Tag ausgefallen, Radarmessungen lagen insofern ebenfalls nicht vor.

Der Starkniederschlag fiel in zwei Phasen mit einer Unterbrechung von etwa 45 Minuten. An der Niederschlagsstation Mönkeloh (STEB), etwa 3 km von Wewer entfernt, wurden zwei kurz aufeinander folgende Niederschläge gemessen:

- Niederschlagsphase 1: 14:40 bis 15:30 Uhr 24,8 mm
- Niederschlagsphase 2: 16:15 bis 17:15 Uhr 12,7 mm

Eine detaillierte Beschreibung zur Niederschlagsermittlung und den Niederschlagswerten befindet sich in Teil B dieses Berichts.

Aus einer Volumenbilanzierung des Regenüberlaufbeckens Stenberg im Nordosten von Wewer wurde die über Wewer gefallene Niederschlagssumme von 53 mm geschätzt. Sie entspricht eher dem über Wewer gefallenen Niederschlag als die gemessenen Werte der Niederschlagsstation Mönkeloh. Legt man dem Niederschlag eine Dauer von 2,5 h zugrunde (inklusive der Niederschlagsunterbrechung), so hatte das Ereignis eine statistische Wiederkehrhäufigkeit von etwa 50 Jahren.

Tabelle 2-1: Extreme Niederschlagshöhen der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten $T=a$ (Jahre), Mai-September (KOSTRA-DWD 2000). Die dargestellten Werte sind Mittelwerte mehrerer KOSTRA Kacheln im Stadtgebiet von Paderborn.

mm	T1	T2	T5	T10	T50	T100
15 Min	10,2	13,6	18,1	21,5	29,4	32,8
60 Min	16,4	22,0	29,5	35,1	48,2	53,8
2 h	18,9	25,0	33,0	39,0	53,1	59,2
3 h	20,5	26,8	35,2	41,6	56,3	62,6

2.4 Abfluss und Überflutung

Gemessene Abflussdaten des Ereignisses in Wewer liegen nicht vor. Laut Beschreibung sind die Abflüsse entsprechend dem Geländegefälle hauptsächlich über versiegelte Straßen geflossen und haben sich im flachen Ortskernbereich aufgestaut. Inwieweit der vorhandene Almedeich für den Aufstau ggf. eine Rolle gespielt hat, konnte nicht eindeutig erklärt werden.

Der Ortskern von Wewer, vor allem die Straßen „Wasserburg“, „Dorfstraße“ und „Im Tigg“ standen teilweise bis zu 1 m unter Wasser. Es ist nicht auszuschließen, dass die Kanalisation in Wewer zum Zeitpunkt des zweiten Regenereignisses eingestaut war. Die Simulationsrechnungen des STEB zeigen jedoch, dass die maximale Kapazität der Kanalisation noch nicht erreicht war (Quelle: STEB).

In den oberen Lagen des Stadtteils gab es meistens Rückstauprobleme. Oberflächenabfluss von den Hängen und Abspülungen von den landwirtschaftlichen Flächen wurden ebenfalls beobachtet.

Die Abflüsse des Ereignisses wurden im Rahmen des Vorhabens mit dem Modell HYDRO_AS-2D mit den rekonstruierten Niederschlägen berechnet (s. Teil C dieser Untersuchung).

2.5 Schadensbeschreibungen

Von den starken Regenfällen waren der Stadtteil Wewer und das Zentrum von Paderborn am stärksten betroffen. In Wewer liefen innerhalb kürzester Zeit 60 Keller voll Wasser, darunter auch zwei Tresorräume der Sparkasse und der Sparda-Bank. Im Paderborn waren die Warburger Straße, die Mallinckrodtstraße und die Marienstraße im Zentrum betroffen. Einige Straßen mussten gesperrt werden. Die Feuerwehren aus sechs Ortsteilen leisteten mit 200 Helfern insgesamt 100 Einsätze (Quelle: Westfälisches Volksblatt: 19.07.2004). Einsätze wurden auch von Mitarbeitern des STEP geleistet.

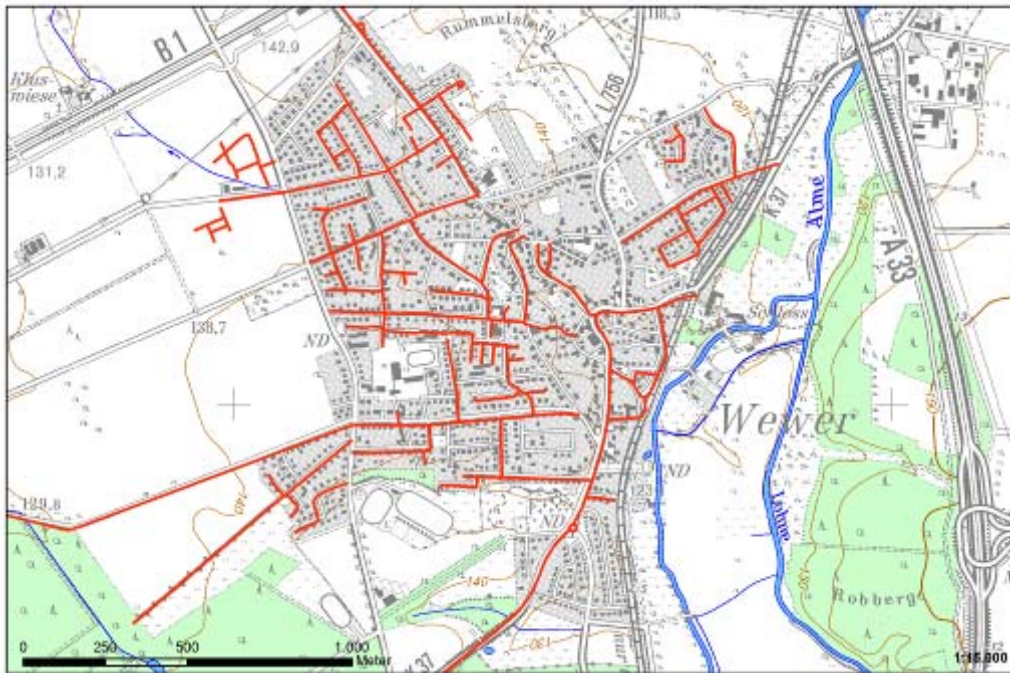


Abbildung 2-2: Straßen mit Feuerwehreinsätzen in Wewer

Quelle: STEB

2.5.1 Gebäude

Mehr als 60 Keller sind in Wewer vollgelaufen. Überflutete Keller, Baugruben und Straßen gab es auch in Paderborn.

2.5.2 Infrastruktur

Viele Straßen in Paderborn und in Wewer standen unter Wasser und mussten gesperrt werden.

2.5.3 Sonstiges

Die Tresorräume und andere Räume von zwei Bankgebäuden standen unter Wasser (Regen- und Abwasser)

2.6 Schadenshöhe und -kosten

Über die Schadenskosten bei den Privathaushaltungen liegen keine Erhebungen oder Schätzungen nach dem Ereignis vor. Die Schäden an den Banken wurden auf ca. 200.000 € beziffert.

Über die Kosten der Einsätze der Feuerwehr liegen keine Angaben vor.

Die Schäden an landwirtschaftlichen Flächen wurden nicht ermittelt, Schätzungen dazu liegen nicht vor.

Die Schätzung der Schadenshöhe mit den Einheitswerten dieser Untersuchung ergibt einen Schaden von ca. 1 Mio. Euro.

Tabelle 2-2: Berechnung der Schadenssumme mit Einheitswerten

Schadenskategorie	Paderborn		
	Objekt	Anzahl	Bemerkung
	Fußnoten für die Ermittlung der Einzelkosten		
Gebäude			
1 Privathaus			
Keller	60	aus Interview	464.400,00 €
Tiefgarage mit KFZ (pauschal mit 15 KFZ)			
Tiefgarage (leer)			
2 Gebäude öffentlicher kommerzieller Nutzung			
Supermarkt			
Schwimmbad/Sportplatz/-halle/ Grünanlage			
Industriegebäude			
Pflegeheim/Krankenhaus			
Schulen und andere soziale öffentliche Einrichtungen	2	Banken	200.000,00 €
Bahnlinie/Flughafen			
sonstige Gewerbebauten			
Verkehr/Infrastruktur			
3 Straßen			
Straßen unterspült	10		350.000,00 €
Schienen/Straße/Tunnel/Unterführung unter Wasser	5		18.000,00 €
Straße/Tunnel/Unterführung unter Geröll/ Schlamm			
4 Schiene			
Schienen unterspült			
Schienen mit Geröll/ Schlamm überflutet			
5 Behinderung Straße			
6 Behinderung Schiene			
7 Behinderung Flugverkehr			
8 Verkäufung			
9 Brücken			
10 Stieg			
11 Kraftfahrzeuge		zerstört, beschädigt	
Sonstige			
12 Wasser- Abwasserleitung (auch Abwassergräben, u.ä.)			
Reparatur			
Reinigung			
14 Kosten aus Medienberichten und anderen Quellen			
1.			
2.			
3.			
			1.033.400

3 Hochwasserbewältigung

3.1 Zuständigkeiten, Zusammenarbeit, Information

Für den Brand- und Katastrophenschutz ist nach Landesrecht die Feuerwehr zuständig. Viele betroffene Bürger riefen am 18.07.2004 die Feuerwehr an und forderten Hilfe.

Neben den Wehren der Stadt kamen Wehren aus den Nachbargemeinden zur Hilfe.

Die Kommunikation zwischen den Feuerwehren und den genannten übrigen Einsatzkräften wird als sehr gut eingestuft.

3.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen

60 überflutete Keller wurden leer gepumpt. Die Berufsfeuerwehr und die freiwillige Feuerwehr waren mit mehr als 200 Mann im Einsatz. Laut STEB gab es insgesamt 70 Feuerwehreinsätze und 10 eigene STEB-Einsätze.

3.3 Schadensbehebung

Die Feuerwehr hat bei ihren Einsätzen die Schadensbehebung unterstützt. Die Mitarbeiter der Feuerwehr, der Polizei, des STEB waren mit Sicherungs- und Aufräumarbeiten mehrere Tage beschäftigt.

Nachbarschaftshilfe hat offenbar auch eine bedeutende Rolle gespielt (Quelle: Westfälisches Volksblatt).

4 Kommunale Risikoanalyse

4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko

Bei der Risikobetrachtung infolge Hochwasser hat die Überflutungsgefährdung der Stadt Paderborn durch die Fließgewässer Alme, Pader und die Lippe Priorität.

Im Gebiet der oberen Lippe sind in der Vergangenheit immer wieder kleinräumige, z.T. auch großräumige konvektive Starkregen aufgetreten. Das größte und schadensreichste Ereignis in jüngerer Vergangenheit war das Ereignis im Juli 1965, infolge dessen im Alme- und Lippeeinzugsgebiet ein Hochwasserschutzkonzept mit dem Bau von Rückhaltebecken, Gewässerausbauten und Schutzanlagen umgesetzt wurde.

In Paderborn und Umgebung ist am 10.08.2007 ein weiteres Ereignis mit umfangreichen Schäden aufgetreten. Die größten Schäden traten in Delbrück auf; dort war die Innenstadt überflutet, zahlreiche Keller und Geschäftsräume liefen voll.

Wewer

In Wewer spielt auch die besondere topografische Situation eine Rolle: der Hang wird von zahlreichen Rinnen, ehemaligen Hohlwegen und Trockentälern durchzogen, in denen sich bei Starkregenereignissen der Niederschlag sammeln und konzentriert abfließen kann. Da eine Reihe dieser Täler zwischenzeitlich bebaut wurden, besteht hier eine besondere Überflutungsgefährdung.

Eine Risikozunahme ist in Neubaugebieten und bei der Sanierung der Erschließung von bestehenden Wohngebieten zu beobachten. Dort werden die Straßen häufig als Mischflächen gestaltet und auf eine Trennung von Fußgänger- und Kfz-Bereichen durch einen Bordstein verzichtet. Sofern in diesen Fällen zwischen Straßenrand und Fahrbahnmitte keine zum Bordstein adäquate Höhendifferenz eingebaut wird, fehlt in der Straße das notwendige Überstau Potenzial zur Bewältigung eines häufiger auftretenden Regenereignisses. In Hanglagen kann überdies beobachtet werden, dass Grundstückszufahrten ebengleich mit der Fahrbahnmitte hergestellt werden, sodass im Falle eines Überstaus das abfließende Wasser direkt auf das Grundstück bis ins Haus oder die Garage fließen kann.

Um einen möglichst hohen Grundstücksnutzung zu erreichen, werden Neubauten zum Schutz vor Grundwasser häufig mit einer weißen Wanne unterkellert und die Keller trotz entgegenstehenden bauordnungsrechtlichen Regelungen hochwertig genutzt. Dies führt bei fehlender oder fehlerhafter Rückstausicherung und anderen Bau Fehlern im Falle einer Überflutung zu vergleichsweise hohen Schäden.

4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser

Für die Gewässer des Stadtgebiets sind z.T. die Anlieger, die Stadt Paderborn und der Wasserverband Obere Lippe zuständig.

Für diese Gewässer sind in der Vergangenheit zahlreiche Untersuchungen zu Hochwassergefahr und Risiko erstellt worden, die u.a. zu der Planung und dem Bau von Rückhaltebecken und weiteren Hochwasserschutzmaßnahmen geführt haben.

Für Lippe, Alme, Pader und Rothebach sind gesetzliche Überschwemmungsgebiete ausgewiesen, die auch öffentlich eingesehen werden können. Bereichsweise existieren auch Gefahren- und Risikokarten für diese Gewässer.

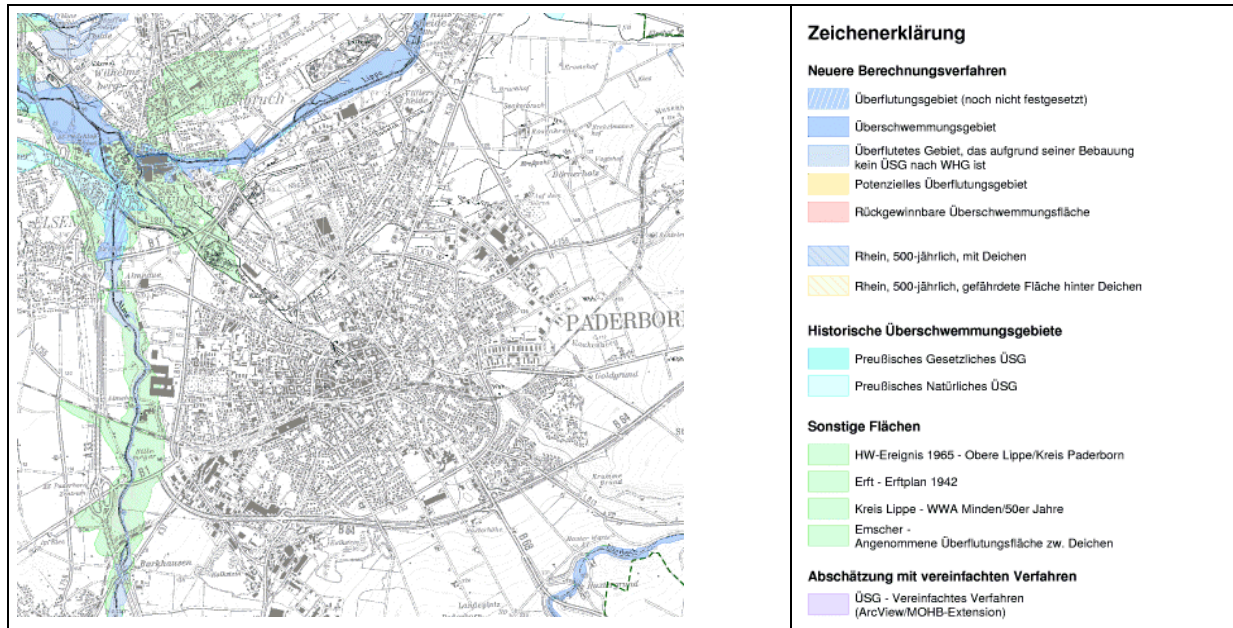


Abbildung 4-1: Überschwemmungsgebiete aus verschiedenen Quellen

Quellen: Landesumweltamt NRW, Digitale Kartenblätter der hochwassergefährdeten Bereiche in NRW

Zu den kleineren Nebengewässern und den meist trockensten Rinnen in der Ortslage gibt es diese Untersuchungen bisher nicht. Allerdings sind die potenziellen Risiken aufgrund vorhandener Erfahrungen bekannt.

Im Bereich der Kanalisation sind die Gefahrenstellen, die heute keine ausreichende Ableitungskapazität im Sinne der geltenden Bemessungsgrundlagen aufweisen, durch die Kanalnetzrechnung bekannt.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden in Paderborn mehrere Verfahren der Gefahren- und Risikoanalyse angewendet.

Zum einen wurde eine Abflussberechnung mit SAGA-GIS durchgeführt. Weiterhin wurde für den Stadtteil eine zweidimensionale Wasserspiegellagenberechnung erstellt. Die Methodik und die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Teil C dieser Untersuchung dargestellt.

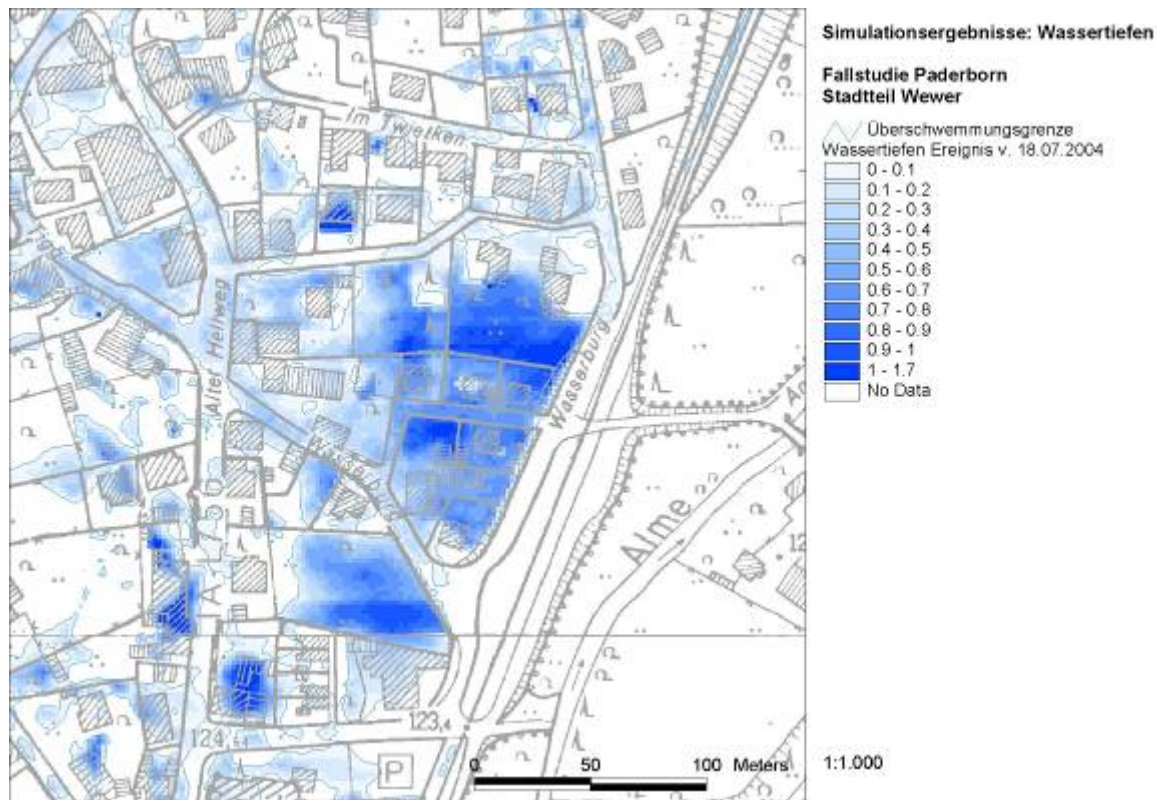


Abbildung 4-2: Fließwege und Überflutungsflächen mit einer zweidimensionalen Wasserspiegellagenberechnung

5 Vorsorgemaßnahmen

5.1 Vorsorgemaßnahmen vor dem Ereignis

Für den Ortsteil Wewer wurde im Rahmen des ZEP ein Hydraulikmodell für die Kanalisation aufgestellt, um die Leistungsfähigkeit der Misch- und Trennkanalisation beurteilen zu können. Regenüberlaufbecken (RÜB) und Pumpwerke sind mittels Datenfernübertragung (DFÜ) an die zentrale, ständig besetzte Leitwarte des STEB angeschlossen, sodass Störungen sofort gezielt beseitigt werden können.

Die Beteiligung des STEB in den Bauleitplanverfahren ist seit langer Zeit Praxis, sodass die Belange der Stadtentwässerung gut berücksichtigt werden können. Die Entwässerungssatzung schreibt generell eine Rückstausicherung bei Gebäuden vor. In einer Bürgerbroschüre des STEB sind bereits vor dem Ereignis die Vorsorgemaßnahmen beschrieben worden, die der Bürger gegen Kanalüberstau und Sturzfluten treffen kann.

5.2 Flächenvorsorge

Unter „Maßnahmen der Flächenvorsorge“ werden das Freihalten und Sicherung überflutunggefährdeter Flächen, Freihalten bedeutender Abflusswege (außerhalb der Gewässer) sowie die Ausweisung von Ableitungs- und Rückhalteflächen verstanden.

Paderborns wirtschaftliche und Bevölkerungsentwicklung sind durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet, die voraussichtlich auch in den nächsten Jahren anhalten wird (Entwicklungspotenziale durch das Stahlröhrenwerk Bentler Werke, Siemens-Nixdorf u.a.). Für die nächsten Jahre wird noch mit einem Bevölkerungswachstum zwischen 3,5 % (GEP) und 6,5 % (Stadtentwicklungsbericht) gerechnet.

Damit geht eine anhaltende Inanspruchnahme von Flächen für Wohn- und Gewerbeflächen einher. Im GEP sind zu den bereits genutzten Flächen noch 515 ha allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) und 25 ha Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB) dargestellt, im Flächennutzungsplan und in Bebauungsplänen sind allein 180 ha gewerbliche Bauflächen und Gewerbegebiete dargestellt, die u.a. neben einigen Niederungsbereichen auch Flächen an den Rändern des Hellwegs umfassen. Im Hinblick auf die Minderung der Schadenspotenziale im Bereich der o.g. Rinnen, Hohlwege und Trockentäler bei noch nicht realisierten Bauflächen sind insoweit Optimierungspotenziale erkennbar.

Für die (größeren) Gewässer liegen flächendeckend Informationen zu einem 100-jährlichen Hochwasserereignis vor und diesbezügliche Warn- und Vorsorgehinweise können in Bebauungspläne übernommen bzw. an Bauwillige weitergegeben werden.

In Planungsverfahren wird der STEB im Rahmen der Trägerbeteiligung beteiligt.

5.3 Abflussmindernde Maßnahmen

Nicht technische Maßnahmen zur Abflussminderung außerhalb der geschlossenen Bebauung können beispielsweise die Aufforstung von Flächen, die Schaffung natürlicher Rückhalteflächen oder eine veränderte Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen umfassen; innerhalb der Siedlungsbereiche sind dies beispielsweise Maßnahmen zur Entsiegelung, zur Regenwasserversickerung und zum Regenwasserrückhalt.

In Paderborn ist der gesplittete Gebührenmaßstab eingeführt worden. Bei Neubauten oder bei Änderung der befestigten Flächen von Grundstücken muss Art und Größe der befestigten Flächen dem STEB mitgeteilt werden. Generell hat diese Maßnahme zu einem bewussteren Umgang mit versiegelten Flächen und zu einer Zunahme von Maßnahmen zum Regenwassermanagement geführt, die vom STEB in geeigneten Bereichen aktiv unterstützt werden (vgl. Kap. 5.7). Aufgrund der überwiegend lehmigen Böden im Ortsteil Wewer ist die gezielte Versickerung von Niederschlägen jedoch überwiegend nicht möglich.

70 % bis 80 % aller in Paderborn verlegten Kanäle liegen nicht im städtischen Straßenraum, sondern befinden sich auf privaten Grundstücken. Da das Gesamtsystem der Abwasserbeseitigung nur funktionieren kann, wenn private und öffentliche Kanalisationsanlagen aufeinander abgestimmt sind, wird die Beratung in Abwasserangelegenheiten durch den STEB intensiv wahrgenommen. Hierdurch können insbesondere Fehler beim Bau und Betrieb der privaten Grundstücksentwässerung vermindert werden, die nicht selten zu Überstauschäden bei diesen Grundstücken führen.

5.4 Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Abflussminderung und zur Verbesserung der Abflussleistung von Gewässern umfassen den Bau von Rückhaltebecken an Gewässern und im Kanalnetz, Gewässerausbau und –unterhaltung, insbesondere die Beseitigung von Abflussengpässen und kritischen Bauwerken im Gewässern und im Kanalnetz.

Die Maßnahmen an den Gewässern im Stadtgebiet sind in Kap. 4.1 genannt.

Im Stadtgebiet gibt es z.T. eine Einleitung offener Gewässer in verrohrte Abschnitte, für die technische Sanierungskonzepte entwickelt worden sind.

Generell werden die laut Kanalnetzberechnung und Zustandserfassung zu sanierenden Abschnitte der Kanalisation sowie die Einleitungen in die Gewässer nach einem Sanierungskonzept nach Priorität saniert.

Die Aufrechterhaltung des Betriebs der Kanalisation und der Bauwerke in der Kanalisation ist eine Daueraufgabe, die das Versagensrisiko wesentlich reduziert.

5.5 Bauvorsorge

Maßnahmen der Bauvorsorge umfassen schadensmindernde vorbeugende Maßnahmen an gefährdeten Objekten wie feste und mobile Schutzeinrichtungen und Rückstauklappen.

Der STEB haben einen Ratgeber für die Haus- und Grundstücksentwässerung (Paderborn, Feb. 2003) für Hauseigentümer, Bauherren und Architekten herausgegeben, in denen die Themen Regenwasserversickerung und Regenwassernutzung, Schutz vor Rückstau für Keller und Außenanlagen, Bauen im Grundwasser, Drainagen und Grundstücksanschlüsse verständlich und handlungsorientiert beschrieben sind.



Abbildung 5-1: Titelblatt des Ratgebers

Daneben gibt es ein breites Beratungsangebot zu diesen Themenbereichen, das u.a. auf der Homepage des STEB angeboten wird.

5.6 Risikovorsorge

Unter „Maßnahmen der Risikovorsorge“ wird eine finanzielle Vorsorge für den Fall, dass trotz Vorsorge ein Hochwasserschaden eintritt, verstanden. Typischerweise sind dies Versicherungslösungen.

Hierzu liegen keine Informationen vor.

5.7 Informationsvorsorge

Maßnahmen der „Informationsvorsorge“ umfassen die Beratung der und Information für die Betroffenen, beispielsweise die Veröffentlichung von Risikokarten und Verbreitung von Informationsmaterial.

Eine Veröffentlichung von Überschwemmungs-, Gefahren- und Risikokarten für die Fließgewässer ist für den Bürger im Internet einsehbar.

Der STEB hat einen Ratgeber für die Haus- und Grundstücksentwässerung für Hauseigentümer herausgegeben (vgl. Kap. 5.5).

Daneben gibt es ein breites Beratungsangebot des STEB, das u.a. auf der Homepage des STEB angeboten wird.

5.8 Verhaltensvorsorge

„Verhaltensvorsorge“ umfasst die Warnung vor Hochwasser und die Umsetzung in konkretes Handeln. Dazu zählen auch Trainings und Übungen, bei denen diese Handlungsabläufe außerhalb von Hochwasserzeiten eingeübt werden.

STEB:

Sofern Unwetterwarnungen vorliegen, kann der STEB bis zu 20 Mitarbeiter in Alarmbereitschaft versetzen, sodass diese bei Bedarf kurzfristig eingesetzt werden können. Allerdings wird das Problem gesehen, dass allgemeine Warnungen keinen Aufschluss über den tatsächlichen Ort des Ereignisses erlauben und zumeist auch nicht bekannt ist, welche Risikopunkte überwacht werden müssten. Oft zeigt sich in der Praxis, dass das Wissen, das für die Notfalleinsätze erforderlich ist, im Lauf der Zeit verloren geht.

Der STEB selbst unterhält eine Einsatzbereitschaft, die mit Pumpen ausgestattet ist. Die Bereitschaft umfasst mind. fünf Personen (Elektriker, Schlosser u.a.), davon ein Meister. Die Warte der Kläranlage ist durchgängig mit mindestens einer Person besetzt. Es bestehen Überlegungen, die Nachtschicht abzuschaffen, sofern eine Verbesserung der Vorwarnungen dies zulässt.

Der STEB baut derzeit ein eigenes Risikomanagement auf.

Feuerwehr:

Bei Bedarf können bis zu 400 Einsatzkräfte der Feuerwehren und des Katastrophenschutzes alarmiert werden.

Für die Feuerwehr bestehen keine spezifischen Einsatzregeln; sie trifft ihre Entscheidungen vor Ort nach Dringlichkeit.

Das Grünflächenamt, der STEB und die Feuerwehr arbeiten in der Regel nach telefonischen Absprachen zusammen. Eine festgelegte Einsatzplanung existiert nicht.

5.9 Erfahrungen mit der Schadensminderung/-verhinderung durch Vorsorge

Hierzu gab es keine Informationen.

6 Quellen

6.1 Interviewdaten / weitere Kontaktpersonen

Ort (inkl. PLZ)	33106 Paderborn
Datum	07.09.2005
Termin	13:00-17:00

Interviewpartner	Amt/Organisation	Funktion	Tel. / E-Mail
Herr Prenger	Stadtentwässerungs- betrieb (STEB)		05251-88-2801
Herr Lummer	STEB		05251-88-2833
Herr Dr. Becker	Stadt Paderborn		05251-88-1637
Herr Wiepen	Stadt Paderborn		05251-88-1446
Herr Hatzfeld	Hydrotec	Projektleiter	0241-94689-0
Herr Mittelstädt	Hydrotec		0241-94689-26
Herr Frerichs	Fachhochschule Aachen		

6.2 Verwendete Daten

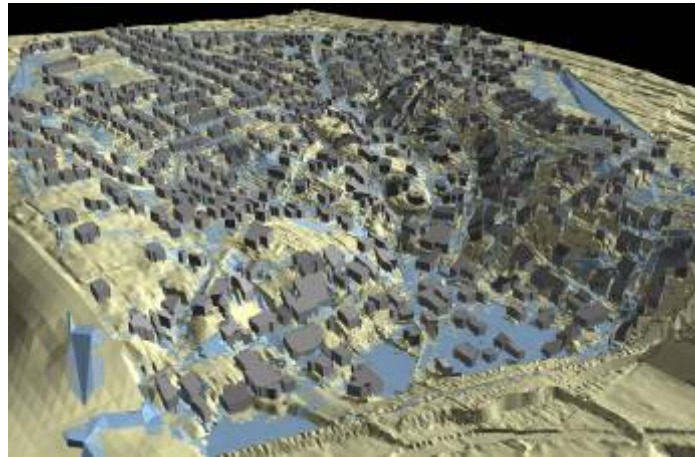
- GPS Karst Erlebnispfad: Abrufbar unter <http://cms.whs-portal.org/gps-touren/lehr-und-erlebnispfade/gps-karst-lehrpfad/> (Datum: 11.12.2006)
- Karten analog (Wewer)
- Zentralentwässerungsplan 1:5.000
- Höhenlinien + ALK
- Kanalkataster (Details 1:10.000)
- Luftbild (1:10.000)
- Straßenplan (1:10.000)
- Auszug TK50
- Auszug DGK5
- Auszug Bodenkarte
- Bebauungsplanübersicht
- Karten wurden vom STEB in 2-facher Ausfertigung zur Verfügung gestellt.
- Wikipedia – die freie Enzyklopädie, Abrufbar unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>
- Stadt Paderborn: Abrufbar unter: <http://www.paderborn.de/>
- STEB: Abrufbar unter http://www.paderborn.de/microsite/vv/STEB_Stadtentwaesserungsbetrieb.php



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Paderborn

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil B: Niederschlagsuntersuchung	2
1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Paderborn	2
1.1 Warnung.....	2
1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen	2
1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung	2
1.2.2 Radardatenanalyse	2
1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber	3
1.2.4 DWD-Gutachten	3
1.2.5 KOSTRA-DWD 2000	4
1.3 Analyse	5
1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung	5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: KONRAD-Tagesfile VZ (links) und VZ Produkt von 16:43 Uhr (rechts) des Radars Essen . 2

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Niederschlagsmengen im Raum Paderborn 16. - 19. Juli 2004 (Tageswechsel um 8:30 Uhr MESZ).....	3
Tabelle 1-2:	KOSTRA-DWD 2000-Auswertung für Paderborn.....	5

Bearbeitung:

Dr. Thomas Einfalt
 Markus Jessen
 Dr. Jörg Seltmann, DWD
 Andreas Wagner, DWD

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Paderborn

1.1 Warnung

Äußerst viele und schwere Warnungen kennzeichnen das Ereignis am 18.07.04.

Von 14:00 Uhr des Vortages bis 22:00 Uhr des Ereignistages gibt es eine Vorwarnung vor schwerem Gewitter. Auch eine echte Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter gibt es zwischen 15:00 und 18:00 Uhr sowie 21:00 und 24:00 Uhr des Vortages. Auch vor Gewittern mit Sturmböen, Starkregen und / oder Hagel wurde am Vortag zwischen 18:00 und 24:00 Uhr gewarnt.

Am Ereignistag wurde von 13:00 Uhr bis 6:00 Uhr des Folgetages eine Warnung vor Gewittern mit Sturmböen, Starkregen und / oder Hagel ausgesprochen. Eine Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter galt zwischen 14:00 und 20:00 Uhr.

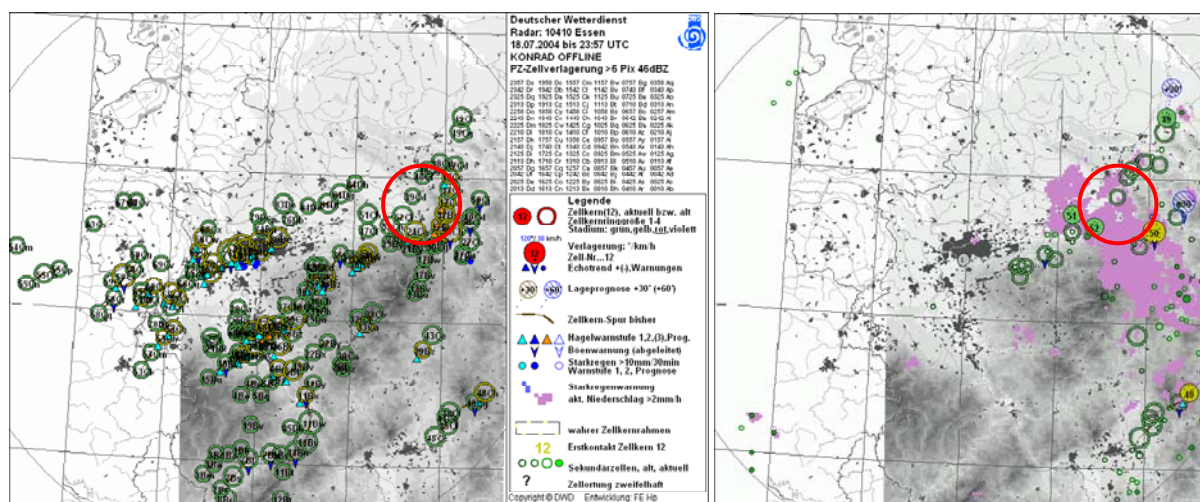


Abbildung 1-1: KONRAD-Tagesfile VZ (links) und VZ Produkt von 16:43 Uhr (rechts) des Radars Essen

Auch für KONRAD muss auf ein Produkt ausgewichen werden, das eine größere Reichweite besitzt. Es zeigen sich im Bereich Paderborn wenige schwache Primärzellen, die teilweise Hagelwarnungen aufweisen.

1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen

1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung

Am 18.07.04 lag West- und Mitteleuropa im Bereich einer südwestlichen Höhenströmung. Über dem Westen und Südwesten Deutschlands entstanden an einer Konvergenzlinie zahlreiche Gewitter, die teilweise unwetterartigen Charakter hatten und mit der südwestlichen Höhenströmung schnell weiter nach Nordosten zogen.

1.2.2 Radardatenanalyse

Die Beschreibung des Niederschlagverlaufs ist etwas schwierig: da das nächste in Frage kommende Radargerät in dieser Zeit verlegt wurde, gibt es von dem Standort Flechtdorf keine Daten. Das Nachbarradar Essen liefert einen Scan bis 230 km Reichweite, womit Paderborn erfasst wird, dadurch wird jedoch sowohl die zeitliche wie räumliche Auflösung schlechter.

Die Nacht auf den 18.07.04 bleibt in Paderborn trocken. Am Vormittag zeigt sich im Südwesten erste Konvektion. Um 14:30 Uhr erreichen die ersten Zellen Paderborn. Es beginnt kurz aber heftig an zu regnen. Immer wieder wird der Regen auch von kurzen Trockenperioden unterbrochen. Um 16:15 erreicht ein größeres Niederschlagsgebiet Paderborn. Durch die teilweise eingeschlossene Konvektion kommt es bis 17:15 Uhr immer wieder zu starken Niederschlägen. Danach bleibt es bis kurz vor Mitternacht trocken, ehe ein schwaches Niederschlagsgebiet für 1,5 Stunden leichten Regen bringt.

1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber

Die Niederschlagsmessungen in der Region um die Stadt Paderborn entstammen Tageswertaufzeichnungen und kontinuierlichen Messungen des DWD, der Stadt Paderborn und des Landesamtes für Natur Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Tabelle 1-1 zeigt die vom 16.07.2004 bis 19.07.2004 aufgezeichneten Summen.

Radardaten des Radars Flechtdorf lagen nicht vor, Radardaten des Radars Hannover waren aufgrund von Strahlfehlern und Dämpfung in der Region Paderborn nicht quantitativ auswertbar.

Tabelle 1-1: Niederschlagsmengen im Raum Paderborn 16. - 19. Juli 2004 (Tageswechsel um 8:30 Uhr MESZ)

Station	Messung	16.07.2002	17.07.2002	18.07.2002	19.07.2002	Summe
Sande KA	kontinuierlich	0.2	16.4	32.7	0.0	49.4
Schwaney Pegel	kontinuierlich	0.3	19.3	27.6	0.0	47.1
Beke Pegel	kontinuierlich	0.0	15.4	25.6	0.0	41.0
Ebbinghausen HRB	kontinuierlich	0.2	13.0	52.3	0.1	65.5
Borchen HRB	kontinuierlich	0.3	16.5	32.7	0.0	49.5
Sudheim HRB	kontinuierlich	0.2	24.2	30.0	0.1	54.4
Husen Dahlhausen HRB	kontinuierlich	0.1	10.1	17.7	0.1	27.8
Nassesand	kontinuierlich	0.9	10.8	6.0	0.0	17.8
Feldrom	kontinuierlich	0.9	14.3	10.2	0.0	25.5
Geseke	kontinuierlich	0.1	21.4	25.7	0.0	47.1
Gollent.Grund HRB	kontinuierlich	0.2	21.6	19.0	0.3	40.8
Eringerfeld HRB	kontinuierlich	0.1	19.9	25.3	0.0	45.3
Bielefeld-Sennestadt	Tageswert	2.8	10.3	22.2	0.0	35.3
Brilon-Thülen	Tageswert	0.0	7.8	8.6	0.2	16.4
Horn-Meinberg , Bad-Feldrom	Tageswert	1.0	13.7	12.3	0.0	27.0
Lage, Kreis Lippe-Hörste	Tageswert	1.4	15.1	9.9	0.0	26.4
Lemgo	Tageswert	6.5	8.6	7.3	0.0	22.4
Lichtenau in Westfalen	Tageswert	0.5	32.0	27.5	0.0	60.0
Lippspringe, Bad	Tageswert	0.0	17.9	13.3	0.0	31.2
Marsberg-Leitmar	Tageswert	0.0	21.4	14.4	0.0	35.8
Oerlinghausen (Nord)	Tageswert	0.0	13.3	31.5	0.0	44.8
Salzkotten	Tageswert	0.0	24.5	8.0	0.0	32.5
Wünnenberg-Eilern	Tageswert	0.0	16.1	22.1	0.0	38.2
RBA Paderborn	kontinuierlich	-	-	33.1	-	-
Mönkloh	kontinuierlich	-	-	37.5	-	-
GKW Sande	kontinuierlich	-	-	10.1	-	-
Benhausen	kontinuierlich	-	-	22.0	-	-

1.2.4 DWD-Gutachten

Niederschlagsverhältnisse im Raum Körbecke

Die Niederschlagsmessstellen in der Region um Körbecke ermittelten am Morgen des 19. Juli 2004 folgende Gesamt-Niederschlagshöhen für die vorangegangenen 24 Stunden (Tageswert für den 18.07.2004):

Bad Sassendorf-Enkesen im Klei	24,0 mm
Wickede-Echthausen	21,6 mm
Werl	21,5 mm
Möhnesee-Möhnetalsperre	18,1 mm
Lippstadt-Bökenförde	14,1 mm
Warstein-Belecke	5,5 mm
Warstein-Hirschberg	5,4 mm
Rüthen	3,3 mm


Die Messungen zeigen deutlich die großen Unterschiede der Niederschlagsintensität am 18. Juli 2004. Die räumliche Verteilung der Messwerte lässt darauf schließen, dass an diesem Tag im Bereich Körbecke rund 20 bis 25 Liter Regen pro Quadratmeter niederging. Die Registrierungen der Stationen Werl und Lippstadt-Bökenförde dokumentieren, dass der weitaus größte Teil des Gesamtniederschlags am Nachmittag des 18.07.2004 zwischen 13:30 Uhr und 16:30 Uhr fiel. An beiden Standorten brachte die Kaltfront am späten Abend weniger als 1 mm Niederschlagshöhe. In Werl fielen allein 21,0 mm Regen innerhalb einer Stunde gegen 14:00 Uhr.

Sehr wahrscheinlich wurden ähnliche Intensitäten von 20 bis 25 mm Niederschlagshöhe in 60 Minuten am Nachmittag des 18. Juli 2004 auch in Körbecke erreicht. Nach den vom Radar aufgezeichneten Intensitäten waren lokal sogar Spitzenwerte um 30 mm in 60 Minuten möglich. Demnach kann der Gesamtniederschlag des 18.07.2004 hier bis zu 30 bis 35 Liter pro Quadratmeter ergeben haben.

1.2.5 KOSTRA-DWD 2000

Die ermittelten Mengen der Regenschreiber ordnen sich laut KOSTRA-DWD 2000 (Tabelle 1-2) für die maximale 24-Stundensumme in der Umgebung von Paderborn in den Bereich von bis zu 10-jährlich (Ebbinghausen HRB) ein, die maximale Stundensumme liegt hingegen in der Größenordnung 50-jährlich (ebenfalls Station Ebbinghausen HRB). Im Stadtbereich von Paderborn liegen die maximalen Werte (Station Mönkeloh) bei 1-2-jährlich (24-Stundensumme) und 2-5-jährlich für die Stundensumme.

Tabelle 1-2: KOSTRA-DWD 2000-Auswertung für Paderborn



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Paderborn
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Rasterfeld : Spalte: 25 Zeile: 46

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	3,1	102,0	5,1	170,0	7,1	238,0	9,8	327,9	11,9	396,0	13,9	464,0	16,6	553,9	18,7	621,9
10,0 min	5,5	91,9	8,2	136,4	10,9	180,9	14,4	239,7	17,1	284,2	19,7	328,7	23,2	387,5	25,9	432,0
15,0 min	7,1	79,2	10,3	113,9	13,4	148,6	17,5	194,5	20,6	229,2	23,7	263,9	27,9	309,7	31,0	344,5
20,0 min	8,2	68,7	11,7	97,8	15,2	126,9	19,8	165,3	23,3	194,4	26,8	223,5	31,4	262,0	34,9	291,1
30,0 min	9,6	53,5	13,7	76,2	17,8	98,9	23,2	128,9	27,3	151,6	31,4	174,3	36,8	204,3	40,9	227,0
45,0 min	10,7	39,5	15,5	57,2	20,2	74,9	26,6	98,3	31,3	116,0	36,1	133,7	42,4	157,2	47,2	174,9
60,0 min	11,2	31,0	16,5	45,8	21,8	60,7	28,9	80,3	34,3	95,1	39,6	110,0	46,7	129,6	52,0	144,4
90,0 min	12,3	22,8	18,1	33,5	23,8	44,2	31,5	58,3	37,2	68,9	43,0	79,6	50,6	93,7	56,3	104,3
2,0 h	13,2	18,4	19,3	26,8	25,4	35,2	33,4	46,4	39,5	54,8	45,5	63,2	53,6	74,4	59,6	82,8
3,0 h	14,6	13,6	21,2	19,6	27,7	25,7	36,3	33,7	42,9	39,7	49,4	45,8	58,1	53,8	64,6	59,8
4,0 h	15,7	10,9	22,6	15,7	29,5	20,5	38,6	26,8	45,5	31,6	52,4	36,4	61,5	42,7	68,4	47,5
6,0 h	17,4	8,0	24,8	11,5	32,2	14,9	42,0	19,5	49,4	22,9	56,9	26,3	66,7	30,9	74,1	34,3
9,0 h	19,2	5,9	27,2	8,4	35,2	10,9	45,7	14,1	53,7	16,6	61,7	19,1	72,3	22,3	80,3	24,8
12,0 h	20,6	4,8	29,0	6,7	37,4	8,7	48,6	11,2	57,0	13,2	65,4	15,1	76,6	17,7	85,0	19,7
18,0 h	22,2	3,4	30,8	4,7	39,3	6,1	50,6	7,8	59,1	9,1	67,7	10,4	79,0	12,2	87,5	13,5
24,0 h	23,8	2,8	32,5	3,8	41,2	4,8	52,6	6,1	61,3	7,1	69,9	8,1	81,3	9,4	90,0	10,4
48,0 h	33,7	2,0	45,0	2,6	56,3	3,3	71,2	4,1	82,5	4,8	93,8	5,4	108,7	6,3	120,0	6,9
72,0 h	32,2	1,2	45,0	1,7	57,8	2,2	74,7	2,9	87,5	3,4	100,3	3,9	117,2	4,5	130,0	5,0

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
 h - Niederschlagshöhe (in [mm])
 rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	10,25	16,50	29,00	32,50	45,00	45,00
100 a	31,00	52,00	85,00	90,00	120,00	130,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

- bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,
- bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,
- bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

1.3 Analyse

Anhand der ausgewerteten Regenschreiber und -messerdaten lässt sich erkennen, dass regionale Unterschiede auftreten. Die höchsten Niederschlagsmengen weisen die Stationen im südlichen Stadtgebiet von Paderborn bzw. südlich außerhalb von Paderborn auf.

Unwetterwarnungen lagen für den Zeitraum vor.

1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung

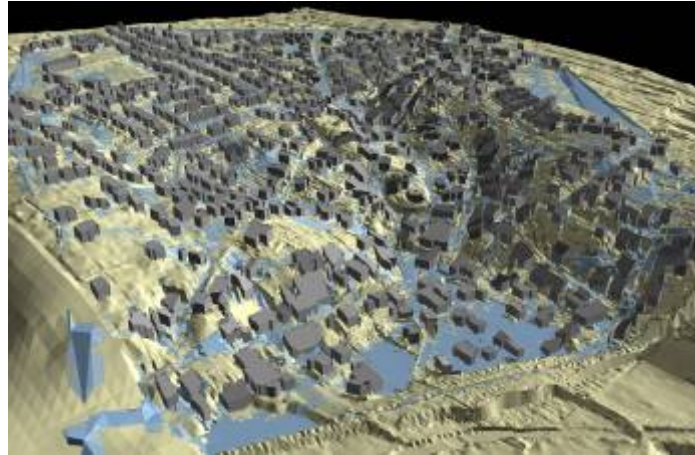
Bei extremen Ereignissen wie dem in Paderborn sind sowohl die Messung des Niederschlages als auch seine Vorhersage schwierig, ungenau und zum Teil fehleranfällig. Deshalb ist es wichtig, möglichst viele, voneinander unabhängige Datenquellen zu nutzen und auszuwerten. Eine Unwetterwarnung lag für dieses Ereignis vor.



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Paderborn

Teil C: Abflussuntersuchung

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, April 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil C: Abflussuntersuchung	2
1 Hydraulische Berechnung mit HYDRO_AS-2D	2
1.1 Untersuchungsziele und Methodik.....	2
2 Modellerstellung und Simulation	2
2.1 Vorbereitung des Modells.....	2
2.2 Niederschlagsdaten.....	4
2.3 Kopplung des Oberflächenabflusses mit dem Abfluss im Kanalnetz.....	5
3 Simulationsergebnisse	5
4 Bewertung und Interpretation	7
5 Vergleich 2-D mit SAGA	8

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	3D-Ansicht vom Digitalen Geländemodell mit Umrissen von Gebäuden.....	3
Abbildung 2-2:	2-D-Berechnungsnetz Paderborn Wewer.....	4
Abbildung 2-3:	Rekonstruierter Niederschlagsverlauf (Quelle: eigene Berechnung).....	5
Abbildung 3-1:	Maximale Wassertiefen in 3D-Ansicht (Blickrichtung NW; eigene Berechnung).....	6
Abbildung 3-2:	Maximale Wassertiefen im Ortskern Wewer (eigene Berechnung).....	6
Abbildung 3-3:	Wassertiefen (blau) und Fließgeschwindigkeiten (gelb) nach 40 Sekunden (eigene Berechnung).....	7
Abbildung 4-1:	Vergleich der simulierten Fließwege mit den Straßen, an denen Feuerwehreinätze stattgefunden haben (eigene Darstellung).....	8
Abbildung 5-1:	Vergleich Fließwege/Abflussrate(-tiefe) berechnet mit 2-D (l.) und SAGA (r.).....	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Abflüsse und Fließgeschwindigkeiten an Kontrollquerschnitten (eigene Berechnung).....	7
--------------	---	---

Bearbeitung

Hydrotec:
R. Mittelstädt
A. Kubik
F. Hatzfeld

STEB:
Lummer

Teil A: Abflussuntersuchung

1 Hydraulische Berechnung mit HYDRO_AS-2D

1.1 Untersuchungsziele und Methodik

Am 18.07.2004 fand über dem Stadtteil Wewer ein außerordentlich heftiges Niederschlagsereignis der Jährlichkeit von ca. $T = 50$ Jahre statt. Die Kapazität der Kanalisation und der sonstigen oberflächennahen Ableitungssysteme war rasch überschritten. Der Starkregen führte zum flächenhaften Oberflächenabfluss auf versiegelten städtischen Flächen wie Straßen, Wegen und Plätzen. Der Abfluss folgte dem Geländegefälle, überflutete viele Gebäude und führte zu großen Schäden im alten Stadtkern von Wewer. Dieses Ereignis wurde mittels einer zweidimensionalen hydrodynamischen Simulation nachgerechnet, um die Entstehung und den Verlauf dieses Niederschlag-Abfluss-Prozesses nachvollziehen zu können.

Die Ziele der Abflusssimulation waren:

- Nachbetrachtung des Ereignisses vom 18.07.2004
- Untersuchung der Abflussentstehung aus Starkregenereignissen im urbanen Raum
- Analyse der Abflussableitung im urbanen Raum in Abhängigkeit von Gelände, Siedlungs-, und Freiraumstruktur sowie Bebauungstyp
- Analyse der Wirkung von Starkregenereignissen auf Gebäude und Haustechnik (Ableitungssysteme)
- Untersuchung des Verhaltens und der Kapazitätsgrenzen der Infrastruktur der Regenwasserableitung und der sekundären Fließwege (Straßen, Wege)
- Vergleich der Modellergebnisse mit gemessenen bzw. beobachteten Werten während des Ereignisses
- Identifikation von besonderen potenziellen Gefahrenbereichen im urbanen Raum als Grundlage für die Erstellung von Gefahrenkarten
- Abflussvorhersage durch Beobachtung von „hot spots“

2 Modellerstellung und Simulation

Auf der Grundlage eines hochgenauen digitalen Geländemodells wurde eine engmaschige, instationäre und zweidimensionale Simulation der Abflüsse infolge des Niederschlagsereignisses durchgeführt. Die Berechnung erfolgte mit dem hydrodynamisch-numerischen Strömungsmodell HYDRO_AS-2D von Dr. Nujic. Die Datenprüfung und -visualisierung geschah über das Surface Water Modelling System (SMS). Beide Modelle sind über Schnittstellen aneinander gekoppelt.

Besondere Berücksichtigung fanden die Abflussprozesse

- im Freiraum außerhalb der Fließgewässer,
- zwischen den Gebäuden und
- in unterschiedlichen Freiraumstrukturen.

2.1 Vorbereitung des Modells

Grundlegend für die Vorbereitung und Erstellung des Abflussmodells waren folgende Daten:

- Höhendaten aus photogrammetrischer Erfassung
- Vermessungsdaten von Strömungsrelevanten Strukturen (Mauern, Verwallungen, Bordsteinkanten, allg. Bruchkanten)
- Flächennutzungsdaten ALK, Bodendaten
- Niederschlagsdaten
- Lagepläne, Luftbildaufnahmen, Bestand- und Detailpläne

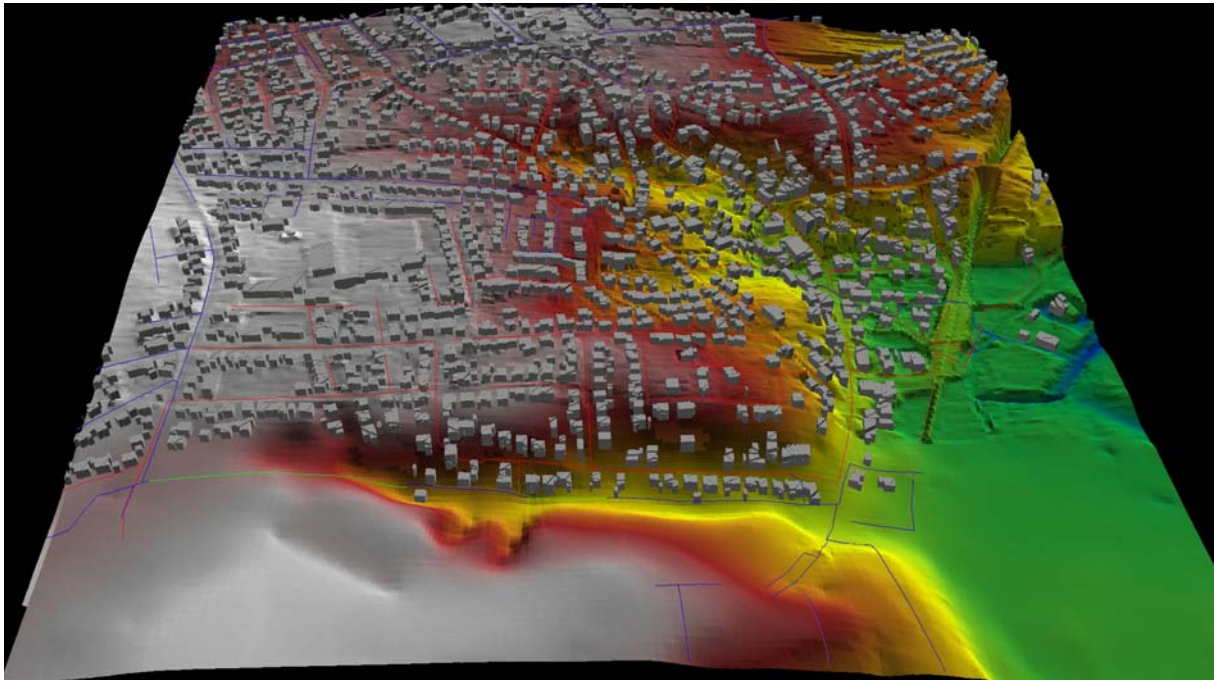


Abbildung 2-1: 3D-Ansicht vom Digitalen Geländemodell mit Umrissen von Gebäuden

Aus den Daten wurde ein digitales Geländemodell erstellt und mit den vermessenen Bruchkanten (z.B. Mauern, Bordsteinkanten) ergänzt.

Das Digitale Geländemodell (DGM) wurde im ersten Schritt aus den photogrammetrischen Höhendaten aufbereitet und qualitativ ausgedünnt. Im zweiten Schritt wurde das 2-D-Berechnungsnetz erstellt und in SMS aufbereitet. In diesem Prozess der Triangulierung wird auf der Grundlage des DGM ein Berechnungsnetz aus Drei- und Vierecken erstellt. Wo in der Örtlichkeit prägnante Geländeformen, wie natürliche Geländesprünge, Uferlinien, Dammverläufe, Querbauwerke, Mauern oder Bordsteinkanten sind, wurden in das Berechnungsnetz sogenannte Bruchkanten eingefügt. An entscheidenden Stellen, wie in der Nähe von oder zwischen Bauwerken und Gebäuden wurde das Netz verfeinert. Es wurden Dreieckselemente hinzugefügt, um die Strömungsverhältnisse so realitätsnah wie möglich abzubilden. Den Elementen des Netzes wurden Rauheiten nach Strickler unter Verwendung der Landnutzungsdaten (Automatisierten Liegenschaftskarte ALK) zugewiesen. Aus dem Berechnungsnetz wurden unter Nutzung der ALK die Umrisse von Gebäuden ausgestanzt.

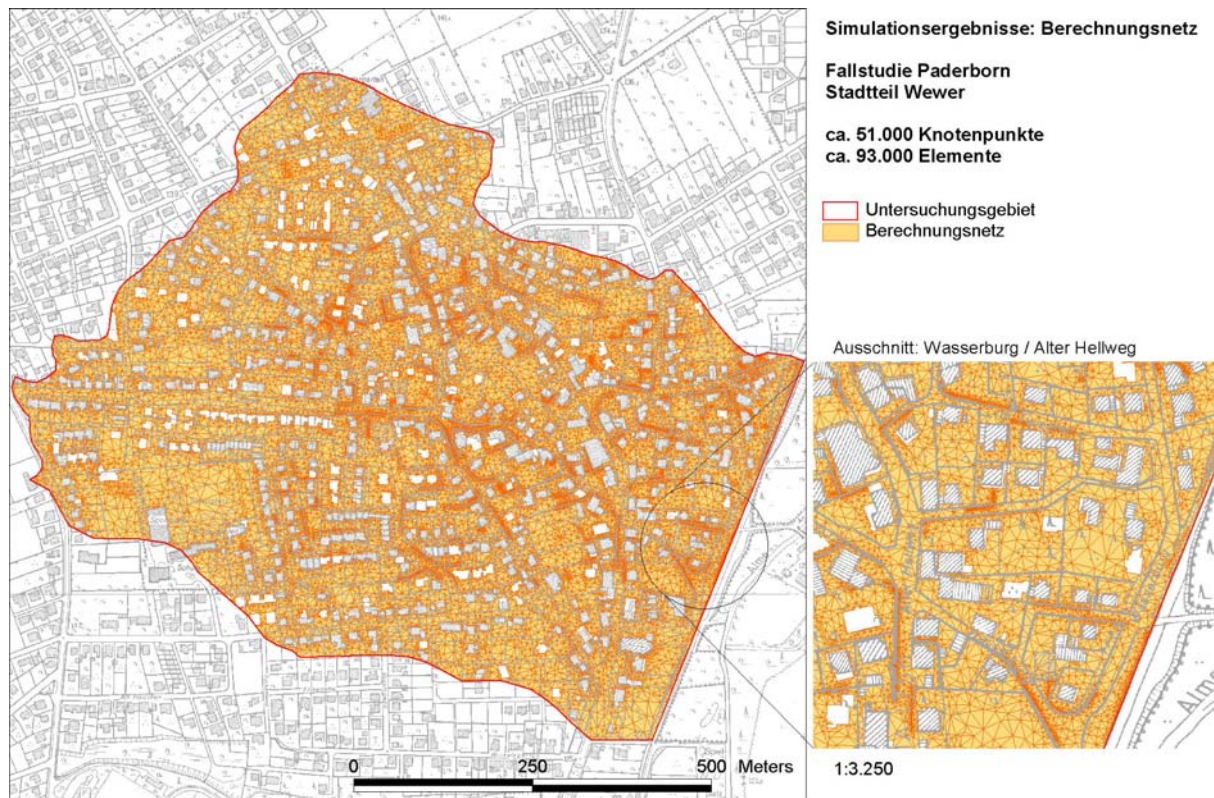


Abbildung 2-2: 2-D-Berechnungsnetz Paderborn Wewer

2.2 Niederschlagsdaten

Direkt verwendbare Messwerte des Niederschlagsereignisses innerhalb oder in unmittelbarer Nähe des Einzugsgebietes lagen nicht vor. Die Niederschlagsbelastung für die Simulation musste aufwendig rekonstruiert werden. Ausgangsbasis bildete ein Modellregen, der aus Messdaten eines Regenüberlaufbeckens in Wewer und aus Messdaten der Niederschlagsstation Mönkeloh (3 km von Wewer entfernt) generiert wurde. Die Messwerte des Regenabschlags des RÜB wurden zur Volumenbilanzierung und zur Ermittlung der Niederschlagsmengen verwendet. Die zeitliche Verteilung des Modellregens wurde nachträglich an tatsächlich gemessene Werte der Niederschlagsstation Mönkeloh angepasst. Bei der Ermittlung des Effektivniederschlags wurden ausschließlich die Interzeption (1 bis 4 mm) und die Infiltration (1,5 mm/5min) in Abhängigkeit von der Landnutzung und der Wasserdurchlässigkeit der Böden berücksichtigt.

Die Besonderheit der 2-D-Simulation lag darin, dass ein flächenhafter Abfluss aus einem Gebietsniederschlag in einem städtischen Gebiet ohne größere Oberflächengewässer in Abhängigkeit des tatsächlichen Niederschlagverlaufs simuliert wurde. Um das Niederschlagsereignis möglichst realistisch abzubilden, wurde die Simulation in Einzelzeitschritten von jeweils fünf Minuten Dauer durchgeführt. Die Wassertiefen wurden in Abhängigkeit von zeitvariablen effektiven Niederschlagsintensitäten und der Landnutzung für jeden Knotenpunkt im Berechnungsnetz ermittelt. Als Ergebnis der Berechnung eines Zeitschrittes wurden die Werte für die Wassertiefen jedes Knotens zwischengespeichert und für das nächste Zeitintervall mit den effektiven Niederschlagsintensitäten der nächsten fünf Minuten addiert. Danach wurden sie als Anfangswassertiefen für den nächsten zu berechnenden Zeitschritt angesetzt. Dieser Vorgang wurde solange wiederholt, bis alle vorgegebenen Niederschlagsintervalle bearbeitet worden sind.

Aufgrund der Lücken im Berechnungsnetz, die durch Ausstanzung von Gebäudeumrissen entstanden sind, wird die gesamte Abflussmenge aus dem Niederschlag etwas unterschätzt. Jedoch entspricht dieses Verfahren in etwa der Wirklichkeit, da das Wasser von den Dachflächen in Wewer meist recht schnell in der Kanalisation abgeführt wird und nicht als oberflächiger Abfluss im Gelände abläuft.

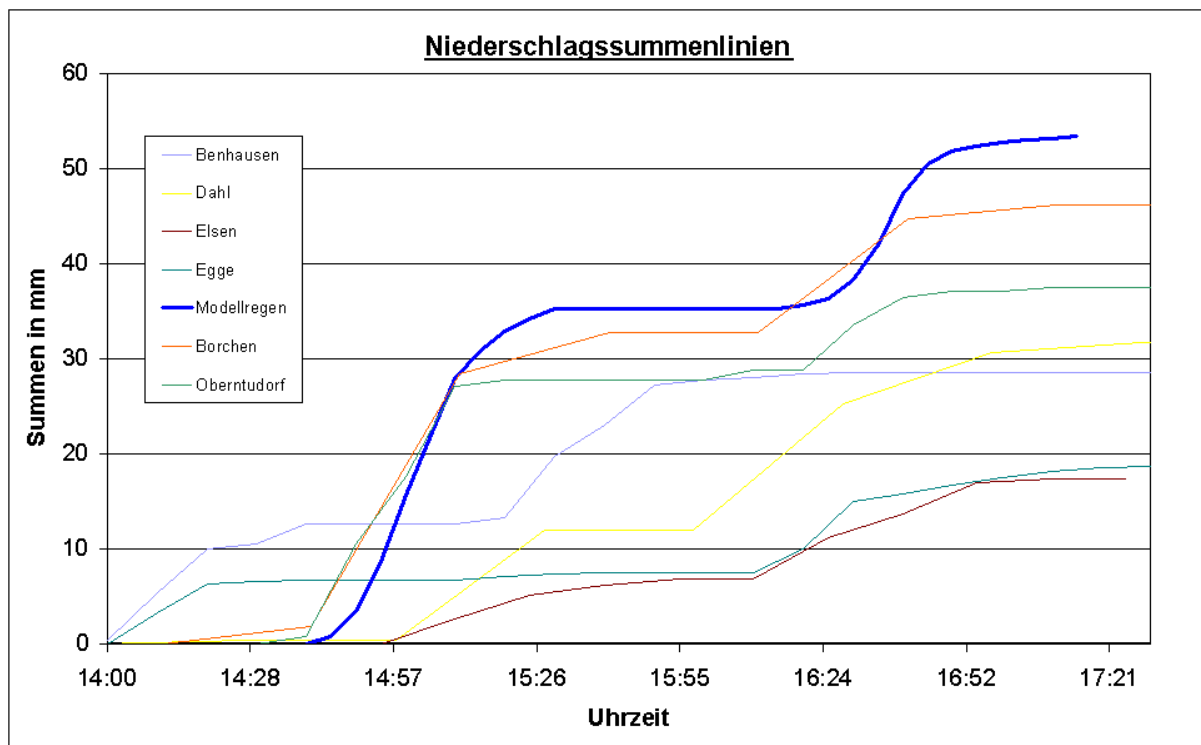


Abbildung 2-3: Rekonstruierter Niederschlagsverlauf

Quelle: eigene Berechnung)

2.3 Kopplung des Oberflächenabflusses mit dem Abfluss im Kanalnetz

Abflüsse im Kanalnetz können mit HYDRO_AS-2D direkt simuliert werden. Es ist jedoch möglich, einzelne Knotenpunkte auszuwählen und als Einläufe in das Kanalnetz zu definieren. Für das 2-D-Modell Wewer wurde exemplarisch in zwei Muldenbereichen, in welchen sich Wasser bei Starkregenereignissen wiederholt gestaut hat, eine Kopplung an das Kanalnetz realisiert. Bei Überschreitung der Kanalleistungsfähigkeit wird nicht mehr Wasser aufgenommen bzw. tritt Wasser an den tieferen Stellen wieder aus.

3 Simulationsergebnisse

Die Simulation mit HYDRO_AS-2D liefert Ergebnisse für verschiedene, räumlich detaillierte und zeitabhängige Parameter:

- Fließtiefen [m]
- Fließgeschwindigkeiten [m/s]
- Fließrichtungen
- Wasserstände [mNN]
- Maximal erreichte Wasserstände [mNN] während der gesamten Berechnung
- Überflutungsdauer [h]
- Maximal erreichte Schubspannungen [N/m²]

Sie werden für jeden Knoten des Berechnungsnetzes und für verschiedene Zeitschritte berechnet.

Die höchsten Wassertiefen während des Ereignisses wurden in südöstlichen Bereichen von Wewer zwischen den Straßen „Wasserburg“ und „Alter Hellweg“ simuliert. Dort konnte sich der Oberflächenabfluss in einer Senke vor einem Eisenbahndamm zu Wassertiefen von bis zu 1,7 m aufstauen. In anderen Straßenabschnitten wurden Wassertiefen von durchschnittlich etwa 30-40 cm ermittelt.

Der Abfluss erfolgte hauptsächlich über die Straßen „Triftweg“, Dorfstraße und „Alter Hellweg“ in die tiefer liegenden Gebiete. Hier wurden Fließgeschwindigkeiten berechnet von etwa 0,5 bis 1,5 m/s. Die höchste Fließgeschwindigkeit wurde in der Straße „Im Tigg“ mit 2 m/s berechnet.

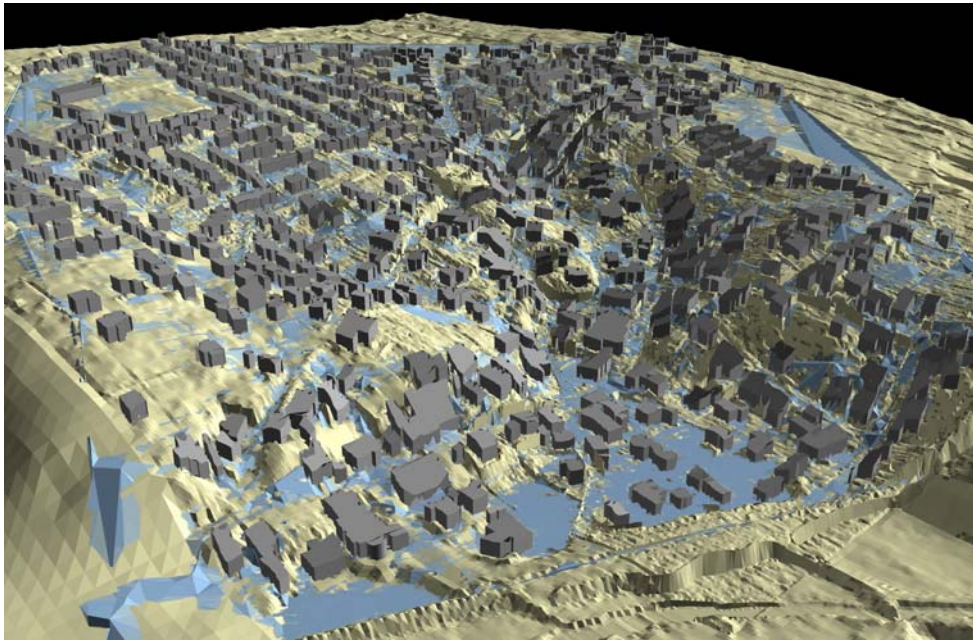


Abbildung 3-1: Maximale Wassertiefen in 3D-Ansicht (Blickrichtung NW; eigene Berechnung)

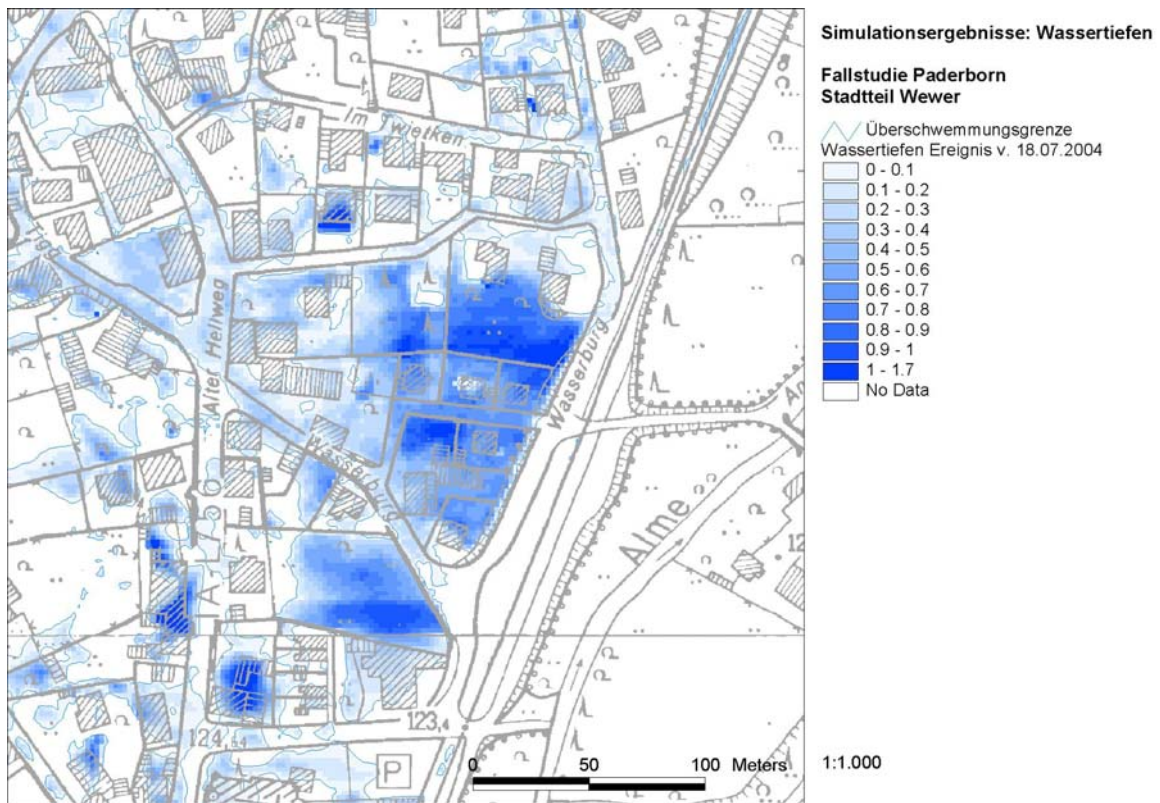


Abbildung 3-2: Maximale Wassertiefen im Ortskern Wewer (eigene Berechnung)

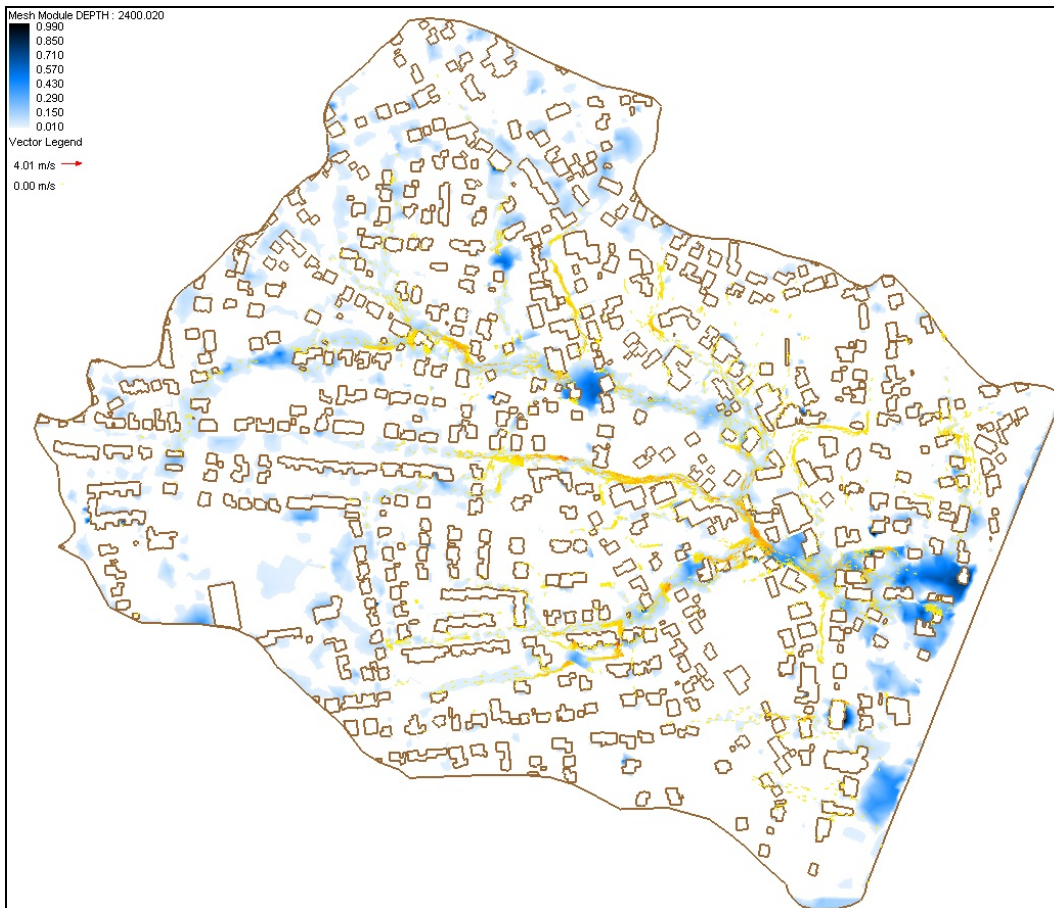


Abbildung 3-3: Wassertiefen (blau) und Fließgeschwindigkeiten (gelb) nach 40 Sekunden (eigene Berechnung)

An festgelegten Kontrollquerschnitten an den Standorten „Lanfert“, „Im Tigg“, „Dorfstraße“, „Alter Hellweg“ und „Wienekenweg“ wurden die maximalen Abflüsse während des gesamten Simulationslaufes ermittelt. Der größte Abfluss wurde an der Westseite der Sparkassenfiliale „Im Tigg“ gemessen, wo die Wassermassen trichterförmig zwischen die Gebäuden mit Maximalwerten von bis zu 2,22 m³/s abgeflossen sind. Die hohen Abflussmengen resultieren aus dem Zusammenfluss der Oberflächenabflüsse im „Talweg/Lanfert“, „Triftweg“ und „Dorfstraße“. Hier treten auch erwartungsgemäß die höchsten Fließgeschwindigkeiten mit bis zu 1 m/s auf.

Geringere Abflussmengen und Fließgeschwindigkeiten wurden an anderen Kontrollquerschnitten registriert. Tabelle 3-1 gibt einen Überblick.

Tabelle 3-1: Abflüsse und Fließgeschwindigkeiten an Kontrollquerschnitten (eigene Berechnung)

Kontrollquerschnitt	Max. Abflüsse [m ³ /s]	Max. Fließgeschwindigkeiten [m/s]
Lanfert	0,95	ca. 0,5 bis 0,8
Im Tigg	2,22	ca. 1,5
Dorfstrasse	0,42	ca. 1
Alter Hellweg	0,12	ca. 0,5
Wienekenweg	0,28	ca. 1,2

4 Bewertung und Interpretation

Die Simulationsergebnisse werden durch Beobachtungen von Augenzeugen des STEB und der Feuerwehr bestätigt. Der Vergleich der Flächen, auf welchen ein Oberflächenabfluss simuliert wurde mit den Straßen, in welchen die Einsätze der Feuerwehr stattgefunden haben, zeigt überwiegend eine gute Übereinstimmung (vgl. nachfolgende Abbildung). Der Abfluss folgte dem Verlauf der Straßen und Wege und sammelte sich im östlichen Bereich des Stadtteils vor einem Eisenbahndamm. Binnen einer Stunde haben sich dort etwa 4.700 m³ Wasser aufgestaut.

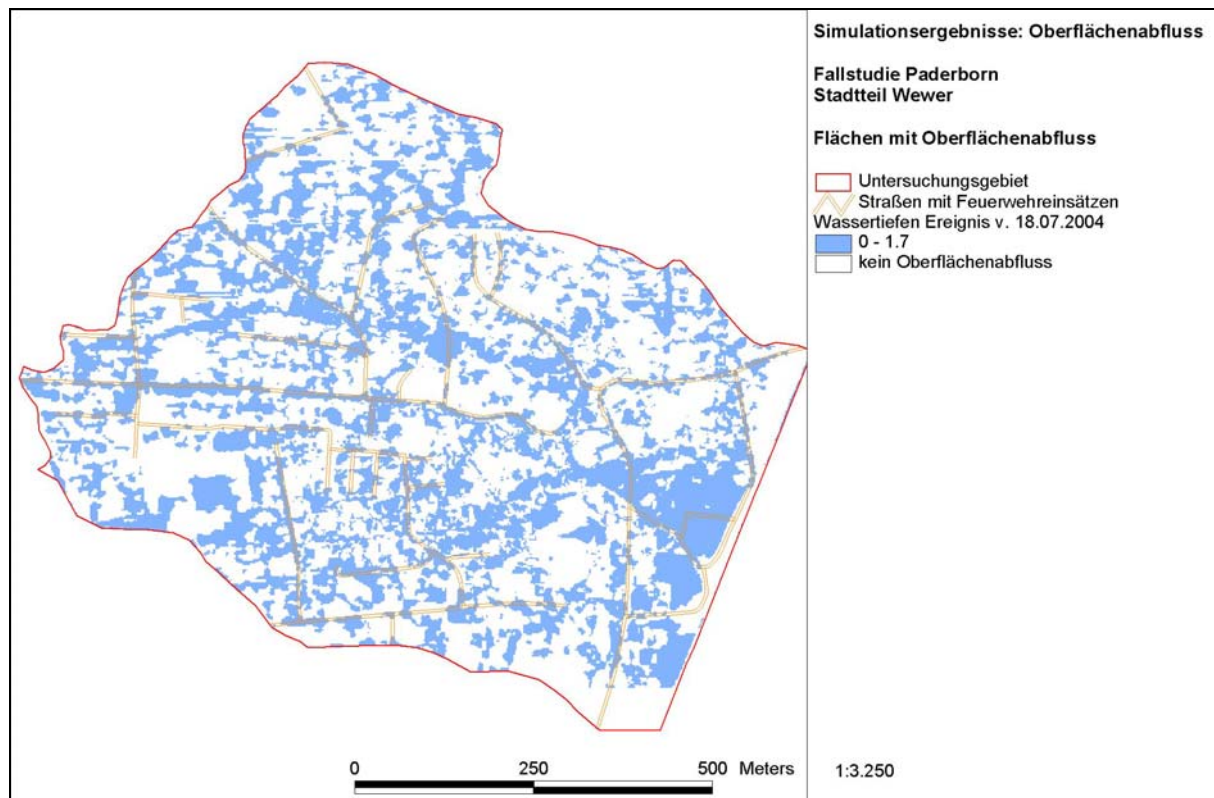


Abbildung 4-1: Vergleich der simulierten Fließwege mit den Straßen, an denen Feuerwehreinsätze stattgefunden haben (eigene Darstellung)

Nach Aussagen von Augenzeugen sind die Wassermassen dem Gefälle folgend über die steil abfallenden Straßen abgeflossen und haben sich im flachen Ortskernbereich aufgestaut. Die Straßen „Wasserburg“, „Dorfstraße“ und „Im Tigg“ waren teilweise bis zu einem Meter überflutet. Die Modellergebnisse liefern für diese Bereiche Werte, die zwischen einem halben und einem Meter schwanken. Aus den Feuerwehreinsatzplänen der Feuerwehr Paderborn geht für die Sparkassenfiliale (Kreuzung „Alter Hellweg“ / „Im Tigg“) eine Überflutungstiefe von 0,3 Metern hervor. Die Räumlichkeiten der Sparda-Bank in der Dorfstraße standen einen halben Meter unter Wasser.

Die Ergebnisse sind neben der Kenntnis typischer Abflusssituationen und deren Verlauf im urbanen Raum eine wichtige Grundlage für die Identifikation besonderer Gefahrenpunkte, die für die Stadtplanung relevant sind.

Fließgeschwindigkeiten von 1 m/s stellen bereits eine Gefahr dar. Diese Werte wurde an mehreren Stellen simuliert. Wasserstände von mehr als 0,5 m gelten ebenfalls als kritisch und können besonders für Kinder und ältere Menschen zur Gefahr werden, insbesondere dann, wenn sie zusätzlich von höheren Fließgeschwindigkeiten begleitet werden. In Bereichen, die sowohl durch hohe Fließgeschwindigkeiten und hohe Wasserstände aufgefallen sind, sollten künftig Maßnahmen getroffen werden, um die Gefahrensituation bei Starkregenereignissen zu entschärfen und um ggf. die Öffentlichkeit auf das noch vorhandene Restrisiko aufmerksam zu machen.

5 Vergleich 2-D mit SAGA

Neben der zweidimensionalen hydrodynamischen Abflussberechnung mit HYDRO-AS-2D wurde für den Raum Paderborn auch das GIS-basierte hydrologische Verfahren mit dem Programm SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) angewendet. Die Abflussberechnungen mit SAGA basieren auf einem interpolierten Geländemodell im 25-Meter-Raster (DGM 25), den ATKIS DLM25 Landnutzungsdaten (Rauheiten) und einem vereinfachten effektiven Blockniederschlag aus Radarmessungen.

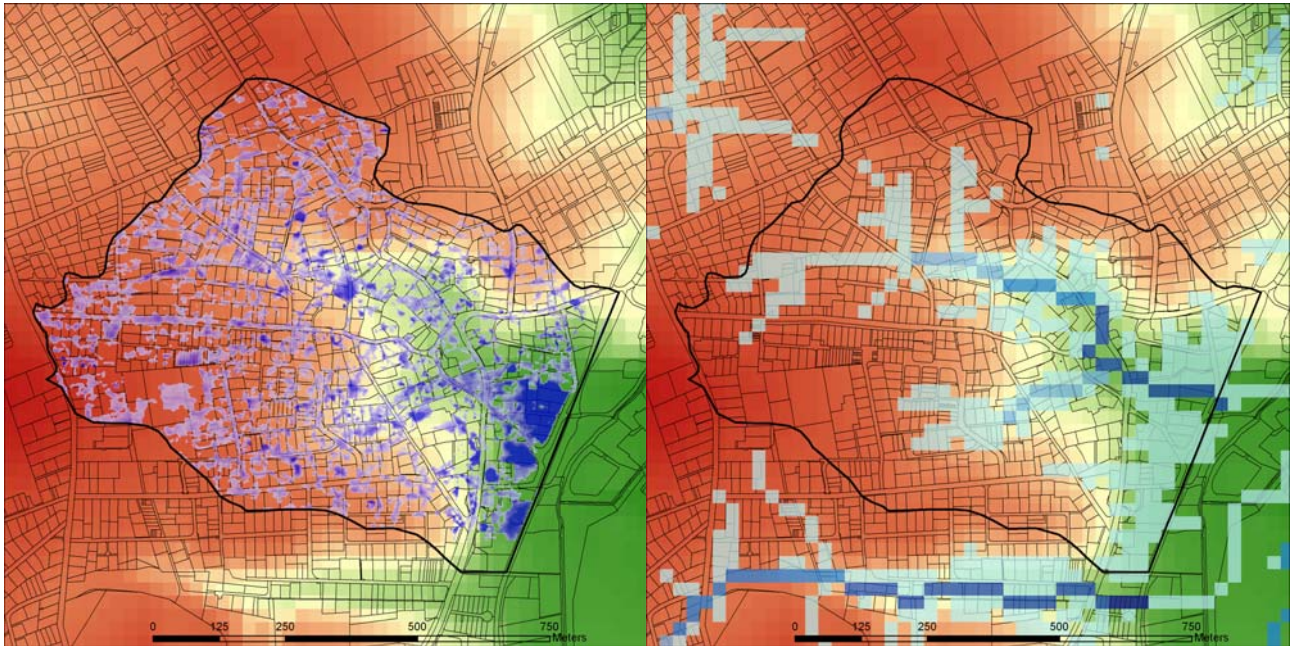


Abbildung 5-1: Vergleich Fließwege/Abflussrate(-tiefe) berechnet mit 2-D (l.) und SAGA (r.)

Im Vergleich mit den 2-D-Ergebnissen fallen zum einen die grobe Rasterung der Ergebnisse und zum anderen die Diskrepanz der Fließwege im Zusammenhang mit den Straßenverläufen auf. Der Vorteil der Sturzflutenberechnung mit SAGA liegt in der Einfachheit der Modellerstellung und Berechnung. Werden aber für das 2-D-Modell ähnlich einfache Modelldaten verwendet (DGM 25 ohne Bruchkanten und Gebäuden, Blockregen usw.), schwindet der Vorteil von SAGA (vgl. Fallstudie Lohmar).



Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX)



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Starnberg

Teil A: Analyse

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, Dezember 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil A: Analyse	3
1 Ortsbeschreibung.....	3
1.1 Geographie, Lage und Naturraum	3
1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur	4
1.3 Böden und Geologie.....	5
1.4 Topographie	7
1.5 Klima.....	9
1.6 Entwässerungsstruktur	9
1.6.1 Natürliche Gewässer	9
1.6.2 Kanalisation, Stadtentwässerung.....	10
2 Ereignisbeschreibung	12
2.1 Ereignisdokumentation	12
2.2 Vorhersage und Vorwarnung	12
2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände.....	12
2.4 Abfluss und Überflutung.....	14
2.5 Schadensbeschreibungen.....	15
2.5.1 Personenschäden	15
2.5.2 Gebäude	15
2.5.3 Infrastruktur.....	15
2.5.4 Sonstiges	15
2.6 Schadenshöhe, -kosten	15
3 Hochwasserbewältigung: Handlungsabläufe und Maßnahmen.....	15
3.1 Zuständigkeiten, Koordination und Zusammenarbeit	15
3.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen	16
3.3 Schadensbehebung	16
3.4 Weitere angewandte Instrumente, Maßnahmen und Erfahrungen	16
4 Kommunale Risikoanalyse.....	16
4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko	16
4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser	17
5 Vorsorgemaßnahmen	18
5.1 Flächenvorsorge	18
5.2 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen.....	18
5.3 Technische Maßnahmen.....	19
5.4 Bauvorsorge	21
5.5 Risikovorsorge	21
5.6 Informationsvorsorge	21
5.7 Verhaltensvorsorge	21
5.8 Erfahrungen mit der Schadensminderung/-verhinderung durch Vorsorge.....	22
6 Quellen.....	22
6.1 Interviewdaten.....	22
6.2 Verwendete Daten	22

Teil A: Analyse

1 Ortsbeschreibung

1.1 Geographie, Lage und Naturraum

Die Stadt Starnberg liegt im Freistaat Bayern im südlichen Umland der Landeshauptstadt München am nördlichen Ende des Starnberger Sees; im Landkreis Starnberg im Regierungsbezirk Oberbayern und ist Sitz der Kreisverwaltung.

Starnberg liegt im Naturraum Bayerisches Alpenvorland und der Naturräumlichen Obereinheit 'Voralpines Hügel- und Moorland' in der Region Pfaffenwinkel zwischen Lech und Loisach; die Region wird auch als Fünfseenland bezeichnet. Die eiszeitlich geformte hügelige Landschaft ist geprägt durch Wiesen, Wälder, Moore, Seen und Flussläufe und liegt auf einer Höhe von 500 bis über 1000 Meter. In der standortkundlichen Landschaftsgliederung 1:1 Mio. gehört Starnberg der Einheit 'Jungmoräne Isargletsch N' an.

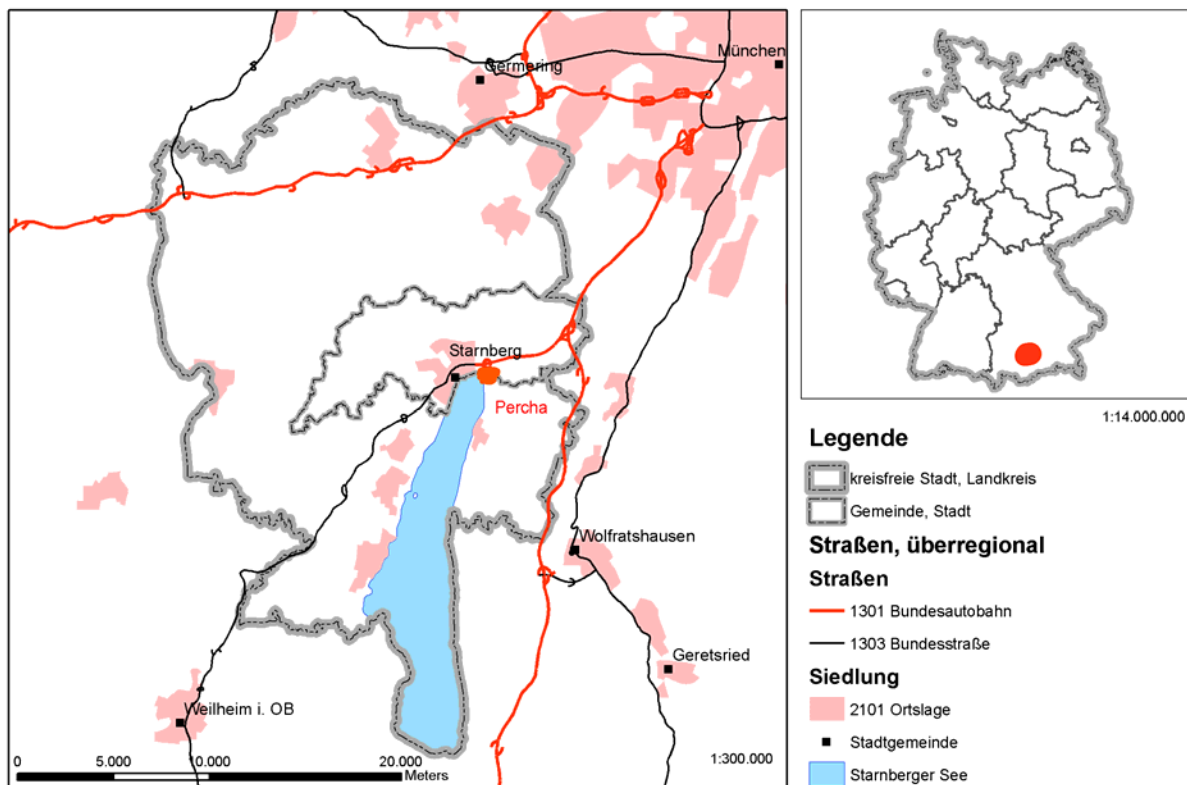


Abbildung 1-1: Lage der Stadt Starnberg

Quelle: eigene Darstellung auf der Basis des Basis-DLM der Bundesrepublik Deutschland

Nach den Eingemeindungen von 1978 zählen heute die Ortsteile Hadorf, Hanfeld, Landstetten, Leutstetten, Percha, Perchting, Söcking, Starnberg und Wangen zur Stadt Starnberg. Das Gemeindegebiet umfasst eine Fläche von rund 61 km², das Straßennetz besteht aus 148 km Gemeindeverbindungsstraßen. Überörtlich ist Starnberg über den S-Bahn-Anschluss S 6 München – Tutzing und die Autobahnanbindung München - Starnberg BAB 952 angebunden; Starnberg ist Anlegestelle der Bayerischen Seenschifffahrt Starnberger See.

Aufgrund der hohen landschaftlichen Attraktivität der Lage am Starnberger See, der Nähe zur Landeshauptstadt München und des direkten Autobahn- und S-Bahnanschlusses verzeichnet die Stadt einen hohen Bevölkerungszuwachs und eine große Baulandnachfrage. Die Stadt hat heute rund 23.000 Einwohner.

1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur

Starnberg hat sich historisch aus einem Fischerdorf entwickelt und sich insbesondere im 20. Jahrhundert durch Eingemeindung von umliegenden Dörfern vergrößert. Heute entwickelt sich die Stadt aufgrund ihrer landschaftlich attraktiven Lage und ihrer hervorragenden Verkehrsanbindung an München.

Die Stadt Starnberg ist im Kern relativ dicht bebaut und von locker strukturierten Wohngebieten, überwiegend Ein- und Zweifamiliengebäuden umgeben. Im Ortskern mischen sich Wohn-, Gewerbe- und Dienstleistungsnutzungen sowie Freizeiteinrichtungen (insbesondere in Ufernähe).

Der damals von Unwetter am stärksten betroffene Ortsteil Percha verfügt über einen im Vergleich zu den umliegenden Bereichen dichter bebauten eigenen Ortskern, teilweise mit Mehrfamilienhäusern. Einzelne Gewerbebetriebe, u. a. eine Tischlerei, sind eingestreut. Zum Ortsrand geht die Bebauung in lockere Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern über.

Die übrigen Ortsteile von Starnberg sind im Kern noch ländlich geprägt, mit Wohngebäuden, landwirtschaftlichen Hofstellen und kleineren Gewerbebetrieben, häufig umgeben von umfangreichen Wohngebieten neueren Datums. Typisch für Starnberg ist die Grundstücksbebauung mit freistehenden Gebäuden.

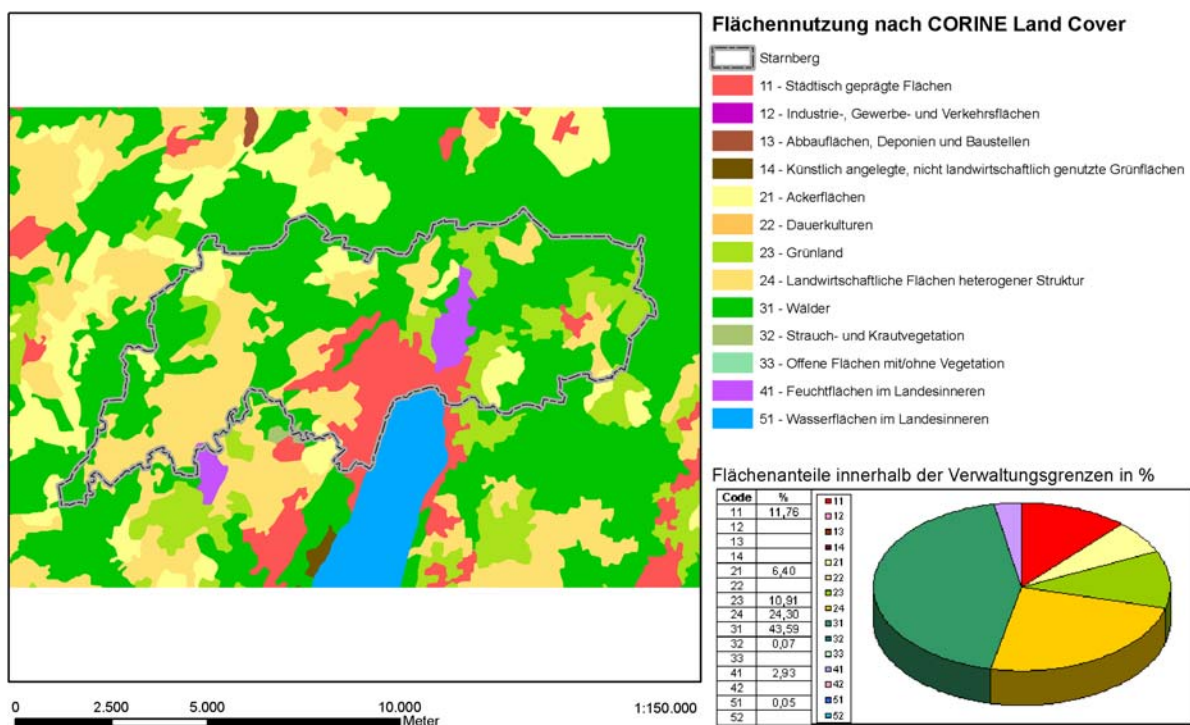


Abbildung 1-2: Flächennutzung Starnberg gemäß CORINE Land Cover 2000

Tabelle 1-1: Flächennutzung in Starnberg
Quelle: Statistisches Landesamt Bayern, Stand 31.12.2005

Nutzungsart	Starnberg		Bayern Insgesamt in %
	ha	in %	
Bodenfläche insgesamt	6.176,3	100,0	100,0
Siedlungs- und Verkehrsflächen, davon	975,2	15,8	10,8
Gebäude- und Freiflächen	564,0	9,1	5,4
Betriebsflächen ohne Abbauand	16,4	0,3	0,2
Erholungsfläche	100,5	1,6	0,5
Verkehrsfläche	290,3	4,7	4,7
Friedhof	4,0	0,1	0,0
Landwirtschaftsfläche	2.325,3	37,6	50,1
Waldfläche	2.810,3	45,5	34,9
Wasserfläche	22,5	0,4	2,0
Übrige Nutzungsarten inkl. Abbauand	43,1	0,7 %	2,2 %

Das Stadtgebiet von Starnberg ist überdurchschnittlich durch Wald geprägt (rund 45 %), der sich insbesondere auf den Höhenrücken findet. Gut ein Drittel der Fläche (etwa 37 %) ist landwirtschaftlich genutzt, Grünlandnutzung überwiegt etwas gegenüber dem Ackerbau; die tiefer gelegenen Flächen weisen dabei überwiegend Grünlandnutzung auf.

Die Siedlungsflächen machen rund 15 % des Stadtgebietes aus. Dieser vergleichsweise hohe Anteil spiegelt die Bedeutung Starnbergs als Wohnstandort im Großraum München wider.

Das engere Untersuchungsgebiet im Stadtteil Percha weist in den Kammlagen Wald auf, an den sich unterhalb ackerbaulich genutzte Flächen anschließen. In den tieferen Hanglagen gehen diese in Grünland über, bevor die ersten locker bebauten Wohnbereiche folgen. Bis zur Autobahnunterführung verdichtet sich die Bebauung. Nördlich der Autobahn schließen sich ein weiteres Wohngebiet sowie am Rand der Würmniederung Sportflächen an. Die Würmniederung ist durch (Feucht-)Grünland und Moore geprägt.

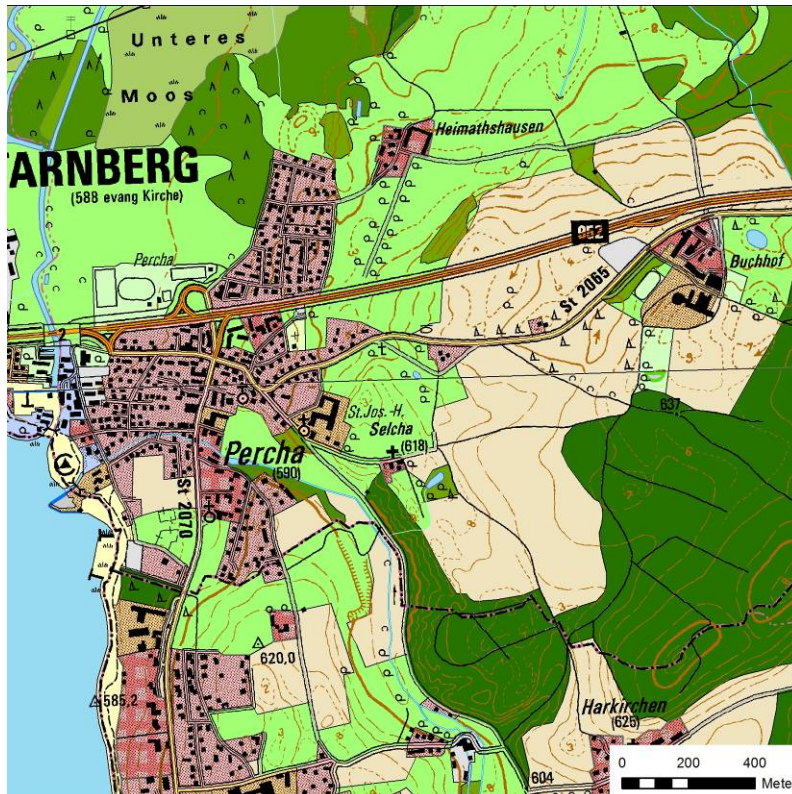


Abbildung 1-3: Siedlungs- und Nutzungsstruktur des Untersuchungsgebietes Percha
Quelle: Basis DLM der Bundesrepublik Deutschland 2003, eigene Darstellung

1.3 Böden und Geologie

Das Untersuchungsgebiet bei Percha liegt am Rande der Würmniederung. Der geologische Untergrund ist hier von pleistozänen Sedimenten geprägt. Es handelt sich um sandige bis tonig-schluffige Kiese der Jungmoräne, die zur Niederung hin in die würmzeitlichen sandig-kiesigen Niederterrassenschotter übergehen. In der Würmaue stehen im Untergrund Niedermoor torfe an.

Aus diesen Ausgangssubstraten haben sich im Bereich der Jungmoräne großflächig mittel- bis tiefgründige tonig-lehmige Parabraunerden und staunasse Pseudogley-Parabraunerden mit ausgeglichenen Wasser- und Nährstoffverhältnissen entwickelt. In der in Ost-West-Richtung verlaufenden Geländemulde vom Buchhof Richtung Percha haben die schluffig lehmigen Abschwemmsedimente zur Bildung tiefgründiger Kolluvien geführt. Am Ende dieser Geländemulde liegt im Hang der natürlich entstandene abflusslose Schmeisser Weiher (Gleyböden).

Auf den Terrassenschottern stehen flach- bis mittelgründige schluffig-sandige Parabraunerden an. In der Lübbachau sind kleinflächig grundwasserbeeinflusste kalkgründige Gleye, in der Würmaue großflächig meist mehr als 1 m mächtige Niedermoorböden zu finden.

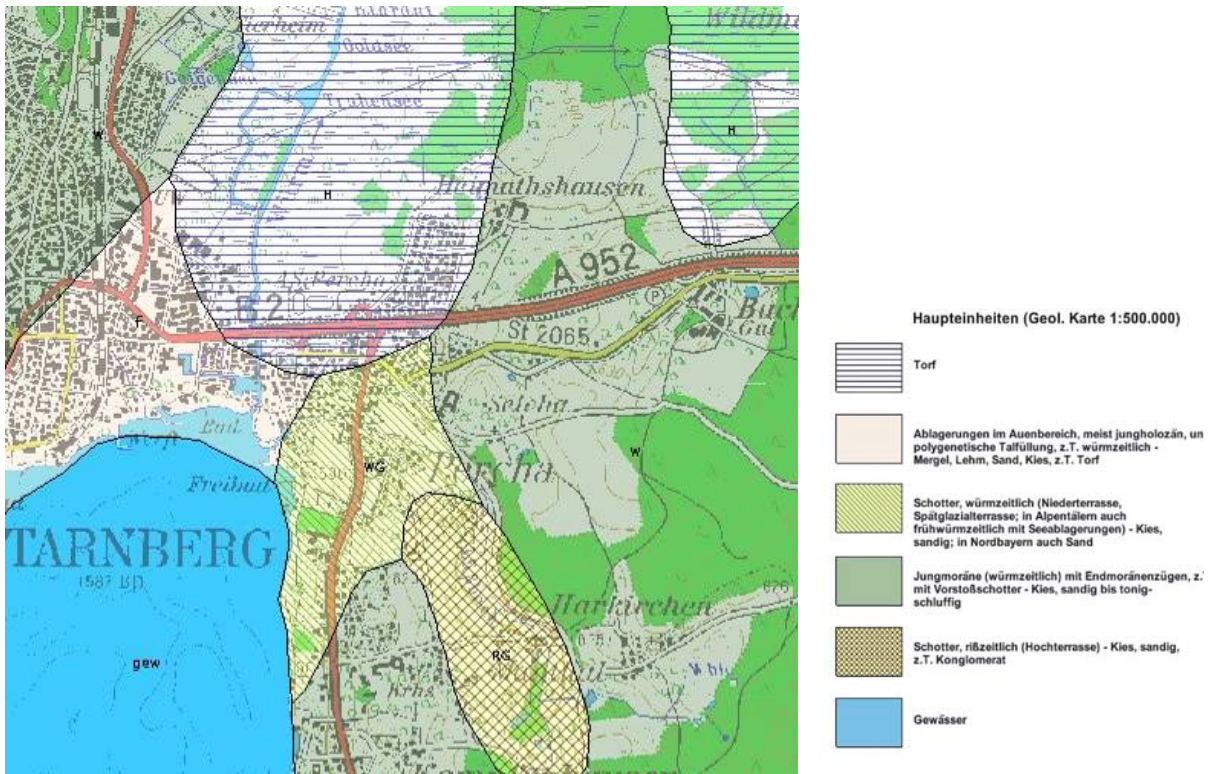


Abbildung 1-4: Geologische Haupteinheiten
 Quelle: Geologische Karte 1:500.000, Bodeninformationssystem Bayern, GeoFachdatenAtlas;
 Quelle: <http://www.bis.bayern.de>

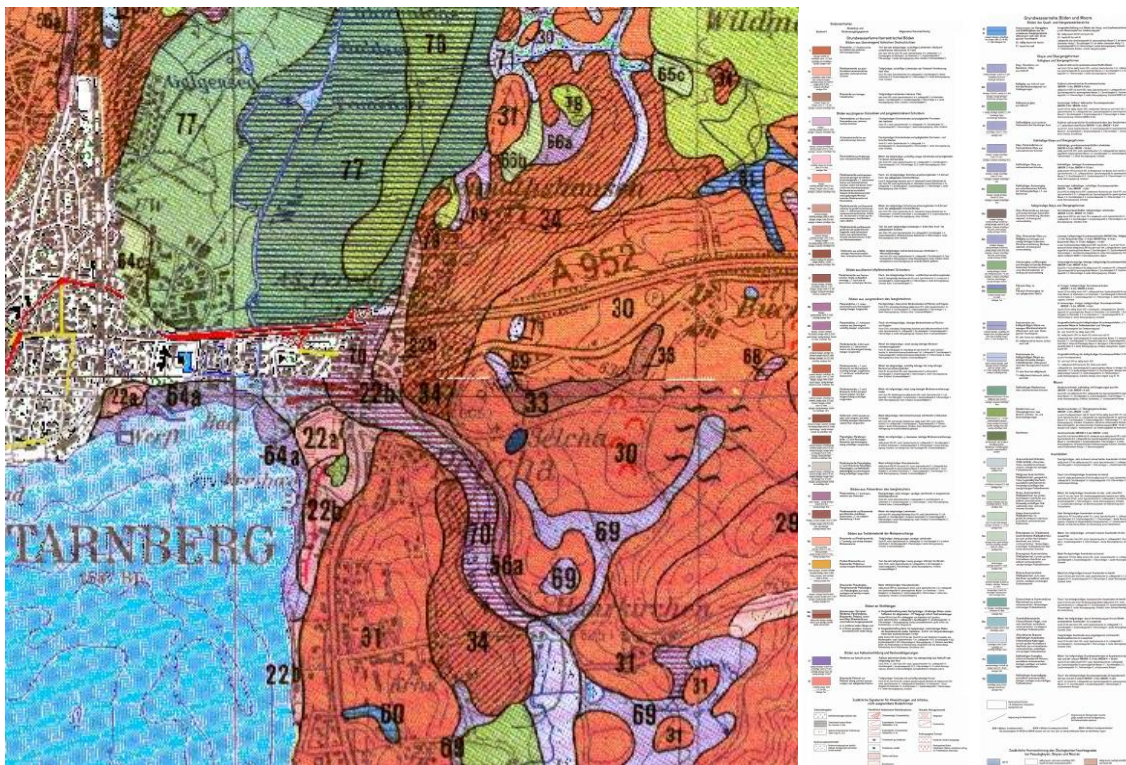


Abbildung 1-5: Standortkundliche Bodenkarte Bayern 1:50.000
 Quelle: Bodeninformationssystem Bayern, GeoFachdatenAtlas; Quelle: <http://www.bis.bayern.de>

1.4 Topographie

Starnberg liegt am nördlichen Ende des Starnberger Sees im Würmtal, das nach Ende der Würmeiszeit durch ablaufendes Schmelzwasser geformt wurde. Der See und das Würmtal sind in die umgebenden Seiten- und Endmoränen der eiszeitlichen Gletscher eingebettet. Die höchste Erhebung liegt mit 721 mNN im Südwesten der Stadt bei Landstetten, der niedrigste Punkt liegt an der nördlichen Stadtgrenze im Würmtal bei etwa 578 mNN.

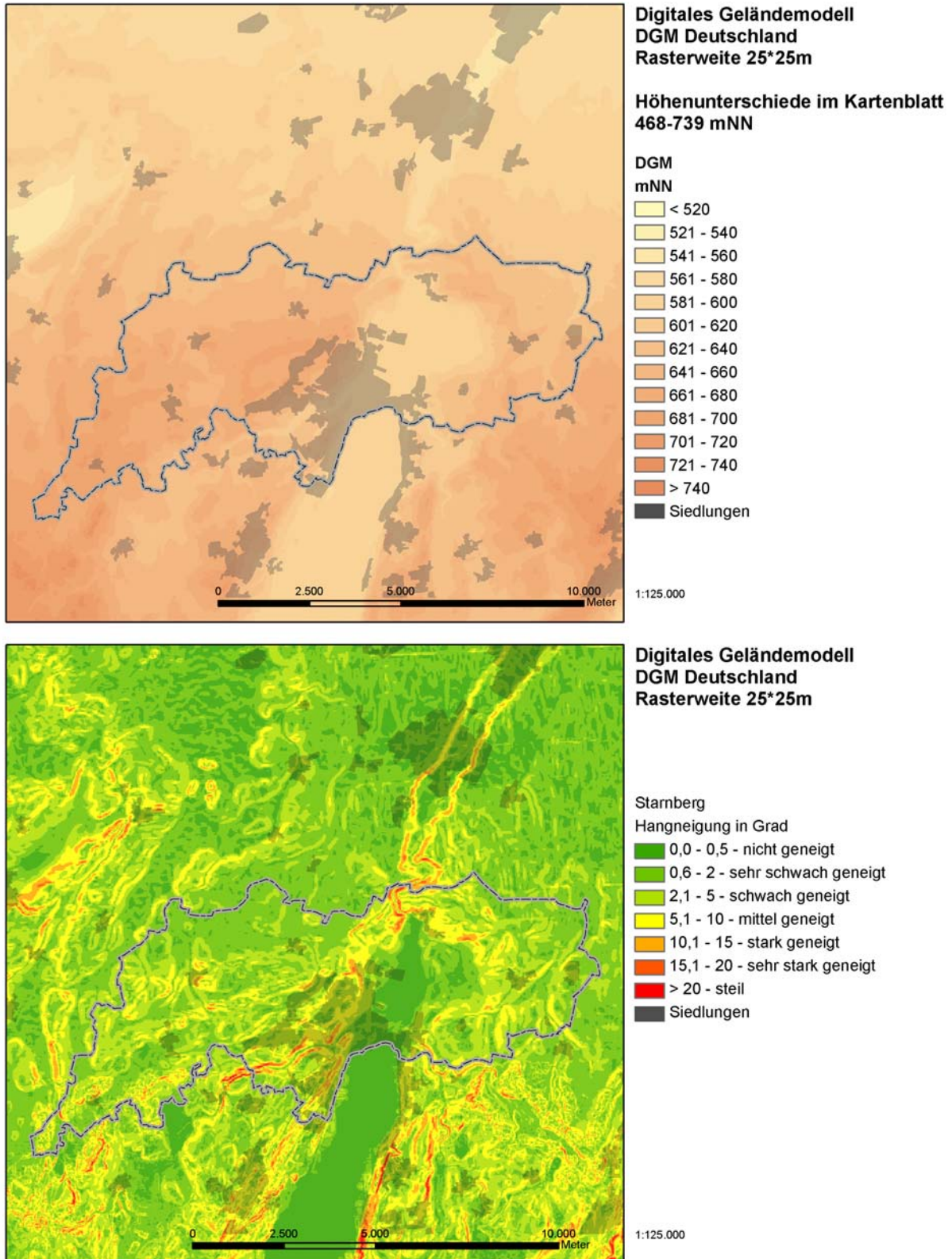


Abbildung 1-6: Höhenunterschiede und Reliefenergie in Starnberg
Quelle: DGM Deutschland, eigene Darstellung

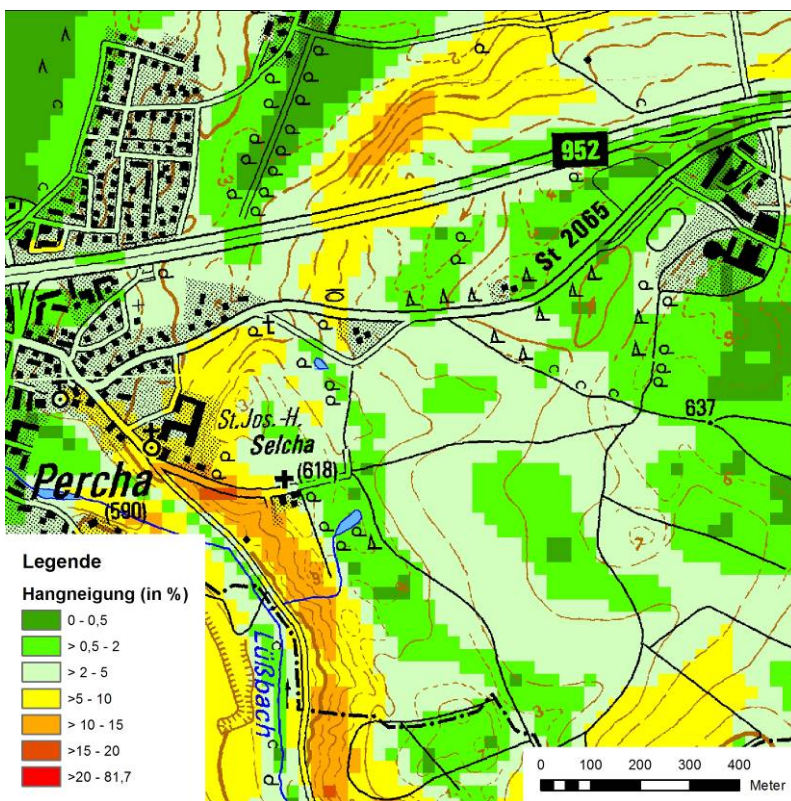
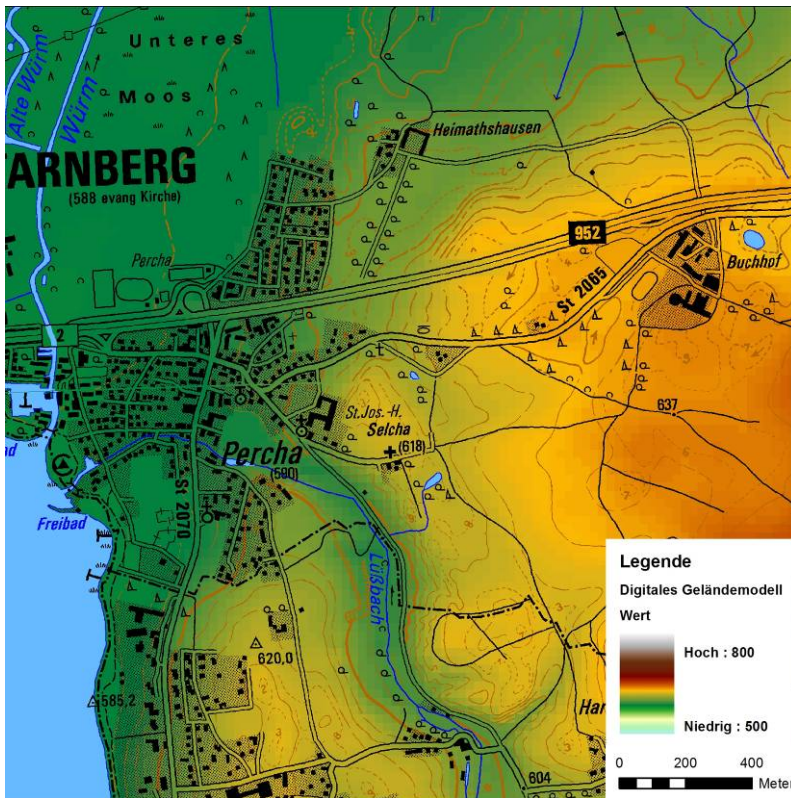


Abbildung 1-7: Topographie von Percha, Starnberg

Quelle: eigene Darstellung auf Basis des DLM der Bundesrepublik Deutschland und der DTK25

Das engere Untersuchungsgebiet bei Percha erstreckt sich von 656 m Höhe westlich vom Buchhof und fällt über eine ca. 2.170 m lange Geländesenke zur Autobahnunterführung der Bergerstraße bei 587 mN ab. Das Gefälle über die gesamte Strecke beträgt somit etwa 3,2 %.

Die Einwallung des Schmeisser Weiher liegt auf etwa 612 m Höhe; die Entfernung bis zur Autobahnunterführung beträgt 650 m und das Gefälle etwa 5,2 %. Vom Schmeisser Weiher bis zur ersten Wohnbebauung an der Staatsstraße 2065 / Buchhoferstraße bei 604 mNN sind es etwa 200 m, das Gefälle auf dieser Strecke beträgt etwa 4 %.

1.5 Klima

Starnberg hat ein relativ gemäßigtes, kontinental geprägtes Mittelgebirgsklima. Die Tageshöchsttemperaturen schwanken im Sommer zwischen 20° Celsius und 32° Celsius und im Winter zwischen -4° Celsius und 2° Celsius. Aufgrund der Höhe und der Nähe zu den Alpen liegt die Jahresdurchschnittstemperatur mit 6,5° C um etwa 2° C unter dem bundesdeutschen Durchschnitt.

Es fällt relativ viel Niederschlag, vor allem in den Sommermonaten von Mai bis August. Im Sommer und Herbst treten die Niederschläge häufig intensiv auf.

1.6 Entwässerungsstruktur

1.6.1 Natürliche Gewässer

Im Ortsgebiet von Percha verlaufen nur wenige Gewässer; der Starnberger See gehört nicht zum Stadtgebiet. Bedeutendster Fluss ist die Würm, die aus dem Überlauf des Starnberger Sees gebildet wird (Gewässer 1. Ordnung im Freistaat Bayern). In der Würmniederung finden sich kleine namenlose Abflusrrinnen und der Röhnbach mit Nebenbächen (östlich der Würm). Im Bereich des oberen Würmabschnitts mündet auf der östlichen Seite der Lüßbach, der das Stadtgebiet von Starnberg lediglich in einem kleinen Abschnitt durchfließt. Auf der westlichen Seite mündet der Georgenbach in den Starnberger See, der ebenfalls nur einen kurzen Abschnitt durch Starnberg fließt.

Der Schmeisser Weiher ist ein kleiner Teich von 0,3 bis 0,5 m Tiefe und einer Ausdehnung von etwa 50 m, der durch einen Wall abgeteilt im Hang liegt. Das Einzugsgebiet dieses Teichs reicht bis an den Bucher Hof (Munich International School) und umfasst eine Fläche von etwa 1,14 km².

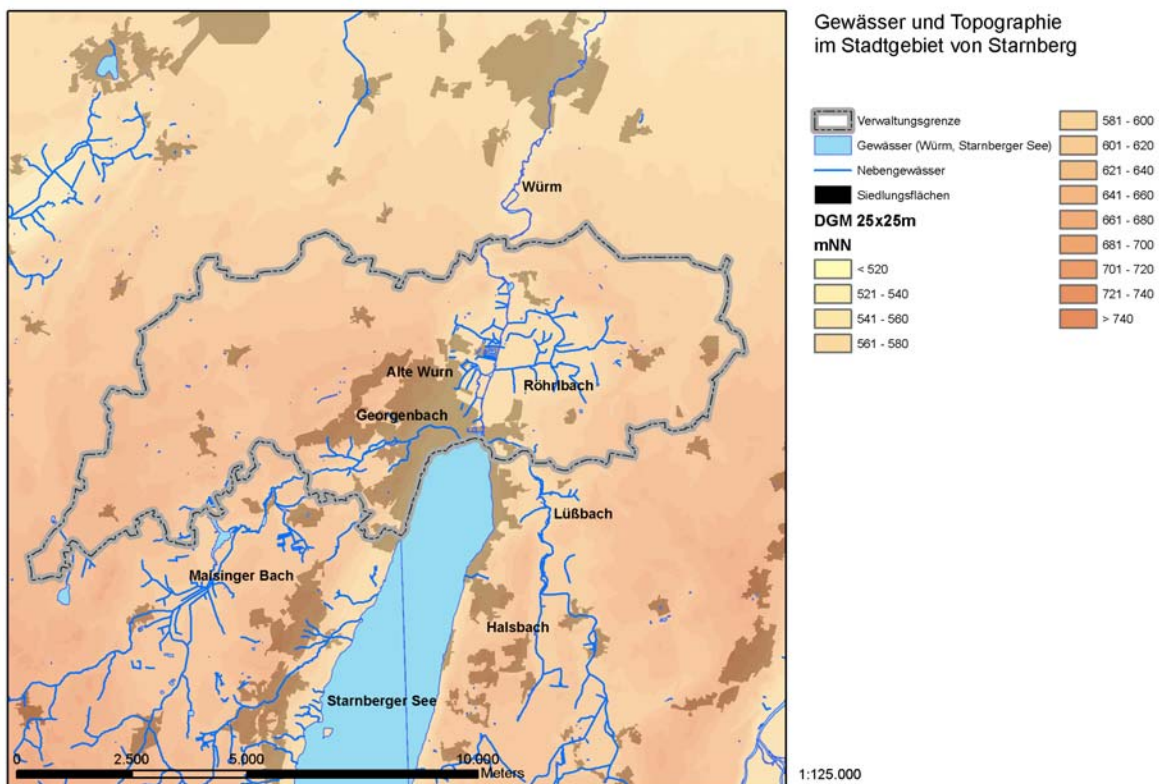


Abbildung 1-8: Natürliche Gewässer im Stadtgebiet von Starnberg

Quelle: Basis DLM der Bundesrepublik Deutschland 2003

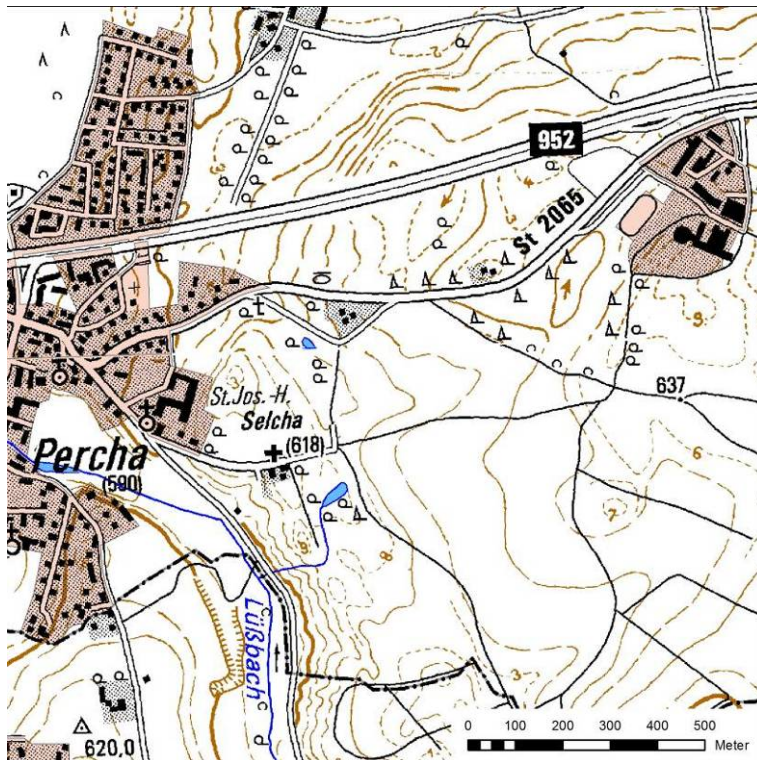


Abbildung 1-9: Natürliche Gewässer im Untersuchungsgebiet Percha

Quelle: Basis DLM der Bundesrepublik Deutschland 2003

1.6.2 Kanalisation, Stadtentwässerung

Der Ringkanal um den Sarnbergersee wird vom Abwasserverband Sarnberger See unterhalten und betrieben. Der Abwasserverband Sarnberger See ist ein Zweckverband zur gemeinsamen Abwasserbeseitigung in den Gemeinden rund um den Sarnberger See. Er ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts mit Sitz in Sarnberg und wird vertreten durch den Verbandsvorsitzenden. Verbandsmitglieder sind u. a. die Stadt Sarnberg und der Landkreis Sarnberg.

Die Ableitung des Abwassers im Verbandsgebiet erfolgt über ein Trennsystem. An beiden Ufern des Sarnberger Sees wurden die Ortskanalnetze der am See gelegenen Gemeinden an den sogenannten Ringkanal angeschlossen. Der Ringkanal verläuft entlang des westlichen und des östlichen Ufers und hat insgesamt eine Länge von 46,5 km. Insgesamt 10 Pumpstationen pumpen das Abwasser zur Kläranlage des Abwasserverbandes Sarnberger See am nördlichen Ufer des Sees (vgl. Abbildung 1-10).

Der Ringkanal ist ausschließlich für häusliches und gewerbliches Schmutzwasser ausgelegt. Alle sonstigen Oberflächen- und Drainagewässer müssen anderweitig abgeleitet oder versickert werden.

Vermutlich aufgrund von Fehlan schlüssen steigt der Zulauf zum Klärwerk nach Regenfällen bis zum dreifachen des normalen Trockenwetterzulaufs an. In diesen Fällen kann es zu einem Überstau in der Ringleitung kommen, der kontrolliert und wasserrechtlich genehmigt unterhalb der Sprungschicht in den Sarnberger See übergeleitet wird (Abwasserverband Sarnberger See).

Laut Abwassersatzung der Stadt muss das anfallende Regenwasser von Dach- und Hofflächen auf dem Grundstück zur Versickerung gebracht werden. In Ausnahmefällen kann eine Einleitung in den städtischen Regenwasserkanal auf Antrag genehmigt werden.

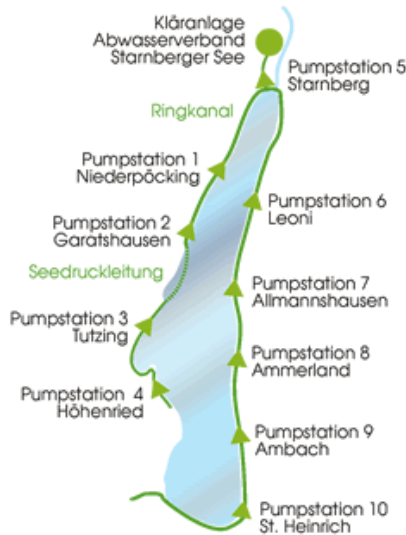


Abbildung 1-10: Pumpstationen entlang des Ringkanals
 Quelle: Abwasserverband Starnberger See

Tabelle 1-2: Grunddaten zum Kanalnetz in Starnberg
 Quelle: Stadt Starnberg

Kanäle/Bauwerke	Anzahl/Länge
Gesamtlänge der Kanalisation	150 km
Schmutzwasserkanäle	96 km
Mischwasserkanäle	--
Regenwasserkanäle	64 km
Schächte	4820 Stück
Kläranlagen	AV-Starnberg
Regenüberläufe	AV-Starnberg
Regenklärbecken	3 Stück
Regenrückhaltebecken	2 Stück
Retentionsbodenfilter	11 Stück
Stauraumkanal	3 Stück
Bewirtschaftungsbauwerk im Mischwasserkanal	--
Abwasserdruckleitungen	13 km
Abwasserpumpwerke	16 Stück
Notauslässe der Abwasserpumpwerke	--

Der Kreis Starnberg ist Baugenehmigungsbehörde. Ein Mitarbeiter des Wasserwirtschaftsamtes ist in die Behörde abgestellt und kümmert sich dort um die Belange des Hochwasserschutzes im Baugenehmigungsverfahren.

2 Ereignisbeschreibung

2.1 Ereignisdokumentation

Starnberg war 1999 zweimal von Sturzflutereignissen betroffen. Das erste Ereignis fand im Zusammenhang mit dem Pfingsthochwasser am 20/21. Mai 1999 in Süddeutschland statt. Zu Pfingsten 1999 hatten lang anhaltende ergiebige Niederschläge mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von knapp 100 Jahren zu einem Überlaufen des Schmeisser Weihers oberhalb des Ortsteils Percha geführt. Da der Weiher aufgrund starker Zuflüsse absehbar überzulaufen drohte, bemühten sich Feuerwehr und THW, das Überlaufen des Weihers zu verhindern und das überlaufende Wasser durch Aufschüttungen von den Wohngebäuden fernzuhalten. Diese Bemühungen waren allerdings ohne Erfolg.

Das zweite Ereignis am 19/20. Juli 1999 wurde demgegenüber durch ein sehr eng begrenztes lokales Gewitter verursacht; starke Niederschläge wurden dabei von heftigem Hagelschlag begleitet, der innerhalb kürzester Zeit viele Kanaleinläufe verstopfte. Die Wiederkehrwahrscheinlichkeit des Niederschlags lag nach einem Gutachten des DWD bei ca. 140 Jahren.

Bei dem Ereignis wurde in Oberbayern die Autobahn A 952, der "Starnberger Ast", wegen Überflutung vorübergehend gesperrt. Im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen war die S-Bahn nach einem Murenabgang bis Dienstagmittag blockiert.

In beiden Fällen war insbesondere der Ortsteil Percha auf der östlichen Seite des Starnberger Sees betroffen.

In der URBAS-Ereignisdatenbank werden Starnberg und die nähere Umgebung 14-mal als von Unwettern betroffene Gebiete aufgeführt. Mit Ausnahme des Pfingsthochwassers 1999 handelt es sich in fast allen Fällen um kurze konvektive sommerliche Starkregenereignisse.

2.2 Vorhersage und Vorwarnung

Vorwarnungen zu Unwetterereignissen werden vom DWD veröffentlicht. Der DWD leitet die Warnungen an die Polizei bzw. das Landratsamt weiter, welches daraufhin die Feuerwehr alarmiert.

Die Sturzflut zu Pfingsten 1999 ging auf lang anhaltende ergiebige Niederschläge im Voralpenland zurück.

Zum Zeitpunkt des Ereignisses war das Vorhersagesystem „KONRAD“ des DWD noch nicht in Betrieb, so dass keine Warnungen herausgegeben werden konnten.

2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände

Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 zeigen die Höhe und Verteilung der Niederschläge bei dem Ereignis am 20/21. Mai 1999.

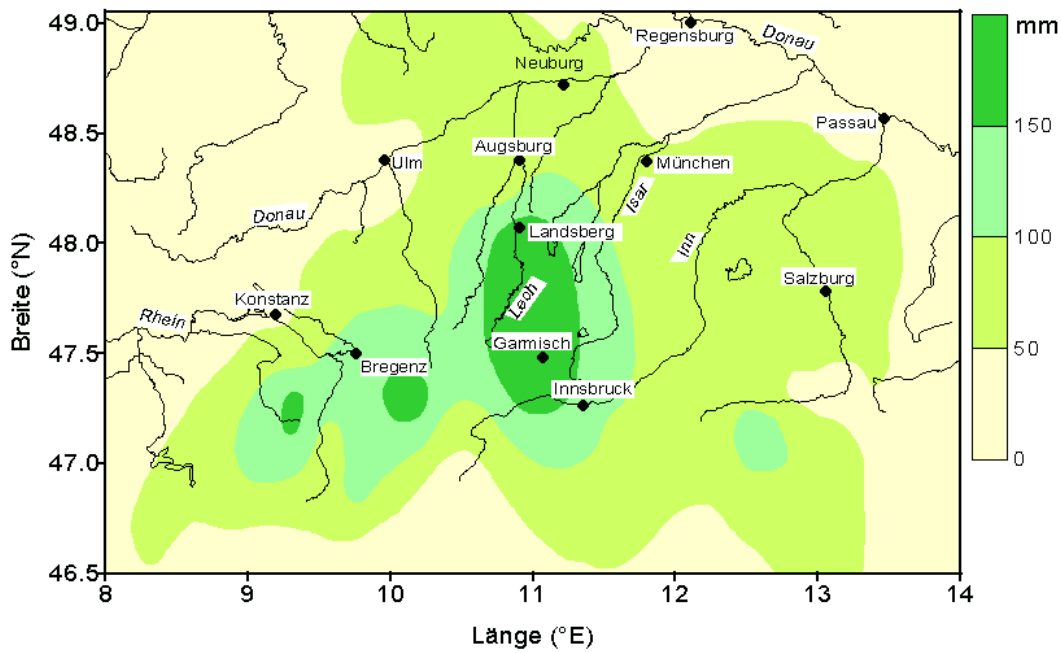


Abbildung 2-1: Räumliche Verteilung der auf der Alpennordseite vom 20.-22. Mai 1999 gemessenen Niederschlagshöhen in mm (Datenbasis: GTS-SYNOP Daten des DWD, analysiert vom WZN,)

Quelle: Deutscher Wetterdienst

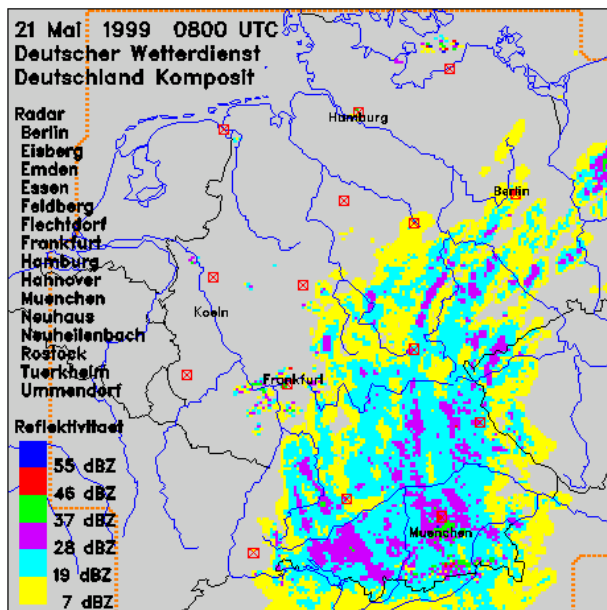


Abbildung 2-2: Wetterradarbild vom 21.05.1999, 08.00 UTC = 10.00 MESZ

Quelle: Deutscher Wetterdienst

Tabelle 2-1: Extreme Niederschlagshöhen der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten, 1951-2000, Mai-September

Quelle: KOSTRA-DWD 2000

	T1	T2	T5	T10	T100
15 Min	12,7	16,6	21,8	25,8	38,9
60 Min	20,3	27,6	37,4	44,8	69,3
3 Std	26,1	33,6	43,5	51,0	75,9
6 Std	30,7	38,2	48,2	55,8	80,9
24 Std	46,7	63,3	74,2	82,5	110,0

2.4 Abfluss und Überflutung

Bei den Ereignissen 1999 gingen die Sturzfluten von dem überlaufenden Schmeisser Weiher aus und überfluteten die unterhalb liegenden Wohn- und Siedlungsbereiche im Ortsteil Percha.

Das überlaufende Wasser schoss wild über den unterhalb liegenden Hang, die Buchhofstraße / Staatsstraße 2065 und die Klosterwiese in die angrenzenden Wohngebiete und die Außenstelle der Argirov Klinik bis zur Unterführung der Berger Straße unter der Autobahn in die Würmniederung.

Die Sturzflut ergoss sich nach Augenzeugenberichten auf etwa 15 bis 20 m Breite und 0,5 m Abflusstiefe den Hang hinab. Es wurde geschätzt, dass der Abfluss eine Fließgeschwindigkeit von etwa 2 m/s erreichte; die Flut riss dabei Erdreich von einem frisch gepflügten Acker mit, das sich teilweise auch in den überfluteten Wohngebäuden absetzte.

Die Unterführung unter der Autobahn stand unter Wasser. Rückstau im Kanal führte im nördlich der Autobahn gelegenen Wohngebiet zu einem Überstau, der über die Straßen abfloss.

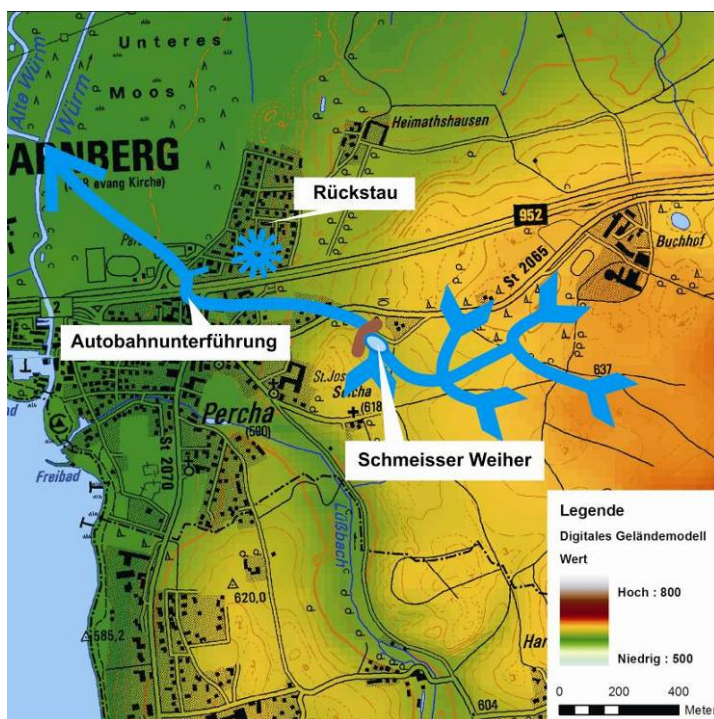


Abbildung 2-3: Rekonstruierter Abflussweg der Sturzflutereignisse 1999 im Ortsteil Percha von Starnberg

Quelle: eigene Darstellung auf Basis des DGM

2.5 Schadensbeschreibungen

2.5.1 Personenschäden

Es sind keine Personenschäden bekannt. Personenschäden konnten nur knapp durch das umsichtige Verhalten der Betroffenen verhindert werden.

2.5.2 Gebäude

Die Sturzfluten trafen einen Wohnsiedlungsbereich unterhalb des Schmeisser Weiher. Dabei drang das Wasser auf der hangzugewandten Seite durch Türen und Kellerfenster in die Häuser ein und floss auf der gegenüberliegenden Seite wieder hinaus. Die Wohnbereiche wurden durch mitgeführten Schlamm und mitgeführtes Geröll verwüstet.

In der Ortslage Percha wurden die Außenstelle der Argirov Klinik, eine Schreinerei sowie eine Tiefgarage überflutet.

Im Herbst 1999 wurden die Schäden an öffentlichem und privatem Eigentum vom Ordnungsamt der Stadt Starnberg aufgenommen und dokumentiert. In Starnberg und Umgebung musste die Feuerwehr rund 50 Keller auspumpen.

2.5.3 Infrastruktur

Durch die Wucht der Sturzflut wurden Straßen beschädigt, Kanaleinläufe und Straßenentwässerungsleitungen durch Schlamm und Geröll verstopft.

Bei Percha wurde eine Garage verschüttet. Mehrere Nebenstraßen und eine Bahnstrecke (Weilheim-Augsburg) in Oberbayern wurden überschwemmt oder unterspült und bleiben bis auf Weiteres gesperrt.

2.5.4 Sonstiges

Es kam zu Schäden in den Hausgärten.

2.6 Schadenshöhe, -kosten

Eine Abschätzung der Schadenskosten für die Ereignisse ist nicht vorhanden.

3 Hochwasserbewältigung: Handlungsabläufe und Maßnahmen

3.1 Zuständigkeiten, Koordination und Zusammenarbeit

Bei Ereignissen mit begrenztem Schadensumfang ist neben der Polizei laut Bayerischem Feuerwehrgesetz (BayFwG vom 23. Dezember 1981, zuletzt geändert 25.02.2008) die Feuerwehr für den Hilfeinsatz zuständig.

Bei Schadensgroßereignissen gilt das Bayerische Katastrophenschutzgesetz (BayKSG vom 24. Juli 1996, zuletzt geändert 06.05.2008) sowie zugehörige Richtlinien wie

- die KoordR – Koordinierungsrichtlinie (Richtlinien für die Bewältigung großräumiger Gefährdungslagen und anderer koordinierungsbedürftiger Ereignisse unterhalb der Katastrophenschwelle, vom 10. September 2007) und
- die ABek - Alarmierungsbekanntmachung (Alarmierung im Rettungsdienst, Brand- und Katastrophenschutz in Bayern, vom 12. Dezember 2005).

In allen Orten von Starnberg bestehen Einheiten der Freiwilligen Feuerwehr.

Mitglieder der Freiwilligen Feuerwehr sind darin geschult, im Starkregenfall die sensiblen Bereiche in der Stadt wie bspw. den Schmeisser Weiher zu kontrollieren und die jeweils geeigneten Schutzmaßnahmen durchzuführen (d. h. Öffnen und Schließen des Grundablaufs u. ä.). Im Fall von Starkregenereignissen kontrollieren die Einsatz-

kräfte regelmäßig den Wasserstand und öffnen (und schließen) ggf. den Ablauf. Die Anlage Schmeisser Weiher kann 80.000 m³ Wasser innerhalb von 12 Stunden schadlos ableiten.

Tiefbauamt bzw. Bauhof kontrollieren nach jedem Starkregen, jedoch mindestens einmal im Jahr die Anlage. Schlamm- und Geröllablagerungen werden dann beseitigt und die Funktionsfähigkeit des Schiebers kontrolliert.

3.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen

Abdichtung von Tiefgaragen durch bewegliche Schotten, technische Hochwasserschutzanlagen zur Ableitung von wild abfließendem Wasser.

3.3 Schadensbehebung

Schäden an Gebäuden, Freiräumen und Straßen wurden beseitigt.

3.4 Weitere angewandte Instrumente, Maßnahmen und Erfahrungen

Die organisatorischen Regeln für den Feuerwehreinsatz im Ereignisfall berücksichtigen ausdrücklich die Erfahrung, dass trotz ausreichender Dimensionierung der Ableitungsbauwerke mit Verstopfungen durch Äste, Geröll und Erdreich zu rechnen ist. Die Beseitigung dieser Verstopfungen während des Ereignisses ist aufgrund der Wasserstände und –geschwindigkeiten gefährlich und teilweise nicht möglich. Für diesen Fall ist die Feuerwehr berechtigt und technisch in der Lage, den Grundablass am Schmeisser Weiher kurzzeitig zu schließen, um Abflusshindernisse gefahrlos beseitigen zu können.

4 Kommunale Risikoanalyse

4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko

In Starnberg besteht eine Überschwemmungsgefahr durch das Ausuferen der Würm bei sehr hohen Wasserständen im Starnberger See und daraus folgender Überlastung des Ablaufs.

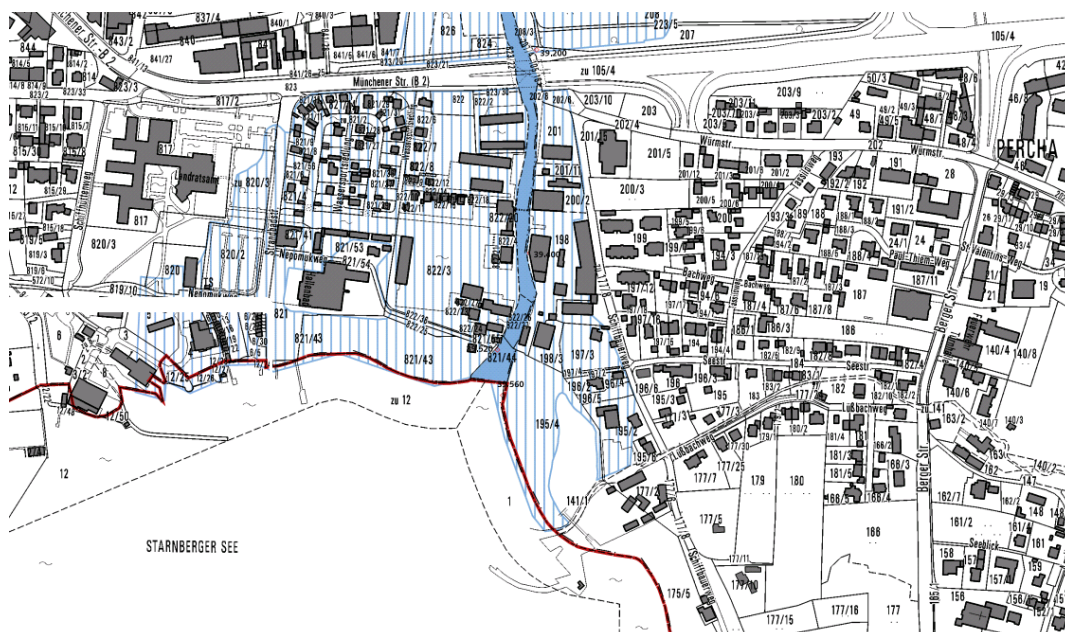


Abbildung 4-1: Ausschnitt aus dem gesetzlichen Überschwemmungsgebiet Starnberg

Quelle: Antrag auf Festsetzung des Überschwemmungsgebietes im Bereich der Gemeinden Krailing, Gauting der Stadt Starnberg sowie im gemeindefreien Gebiet Unterbrunn im Landkreis Starnberg, Quelle: Wasserwirtschaftsamt Weilheim, 2007

In Starnberg treten weiterhin häufig Gewitter und heftige Niederschläge auf, die zu unkontrolliertem Hangabfluss des Niederschlagswassers führen. In der URBAS-Datenbank wurden folgende Ereignisse registriert: 05.06.1992, 21.07.1998, 19.07.1999, 20.07.1999, 19.05.2003, 30.05.2003, 14.06.2003, 20.06.2003, 29.07.2005, 23.08.2005, 29.07.2005, 21.06.2006, 29.05.2007, 21.07.2007.

Derzeit wird vonseiten der städtischen Behörden eine Häufung von Ereignissen beobachtet.

Die betroffenen Bereiche sind der Stadtverwaltung durch Ortsbegehungen bekannt und werden bei Starkregeneignissen regelmäßig kontrolliert.

Im Freistaat Bayern werden Hochwasser- und Überflutungsrisiken im öffentlich zugänglichen „Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern“ veröffentlicht. Dies beinhaltet einerseits die festgesetzten Überschwemmungsgebiete und andererseits sogenannte wassersensible Bereiche (vgl. Abbildung 4-2).

Wassersensible Bereiche werden anhand der Auen (-böden) und Niedermoore abgegrenzt. Sie kennzeichnen den natürlichen Einflussbereich des Wassers, in dem es zu Überschwemmungen kommen kann. An den kleineren Gewässern sind in der Regel keine Überschwemmungsgebiete ermittelt und amtlich festgesetzt. Die Darstellung von Auenstandorten und Niedermooren gibt hier einen Hinweis auf eine mögliche Überschwemmungsgefährdung (einschließlich hoher Grundwasserstände). Bei der Darstellung bleiben die Wirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen (z. B. Deiche, Talsperren, Rückhaltebecken, Gewässerausbau etc.) unberücksichtigt. Dabei handelt es sich um Bereiche wie bspw. die Kolluvien unterhalb des Buchhofes in Percha.

4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser

Für alle untersuchten Fallstudien sind GIS-basierte Abflussberechnungen mit dem Programm SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) durchgeführt worden. Die Berechnungen mit SAGA basieren auf einem Geländemodell im 25-Meter-Raster (DGM 25), den CORINE Landnutzungsdaten (Rauheiten, Curve-Faktor) und einem vereinfachten Blockniederschlag in Höhe von 50 mm. Der Vorteil der Sturzflutenberechnung mit SAGA liegt in der Einfachheit der Modellerstellung und Berechnung. Durch die einfachen/groben Modelldaten sind der Genauigkeit der Ergebnisse jedoch Grenzen gesetzt.

Abbildung 4-3 zeigt eine Übersicht über das mit SAGA berechnete Gebiet und einen Ausschnitt im Bereich der Stadt Starnberg.

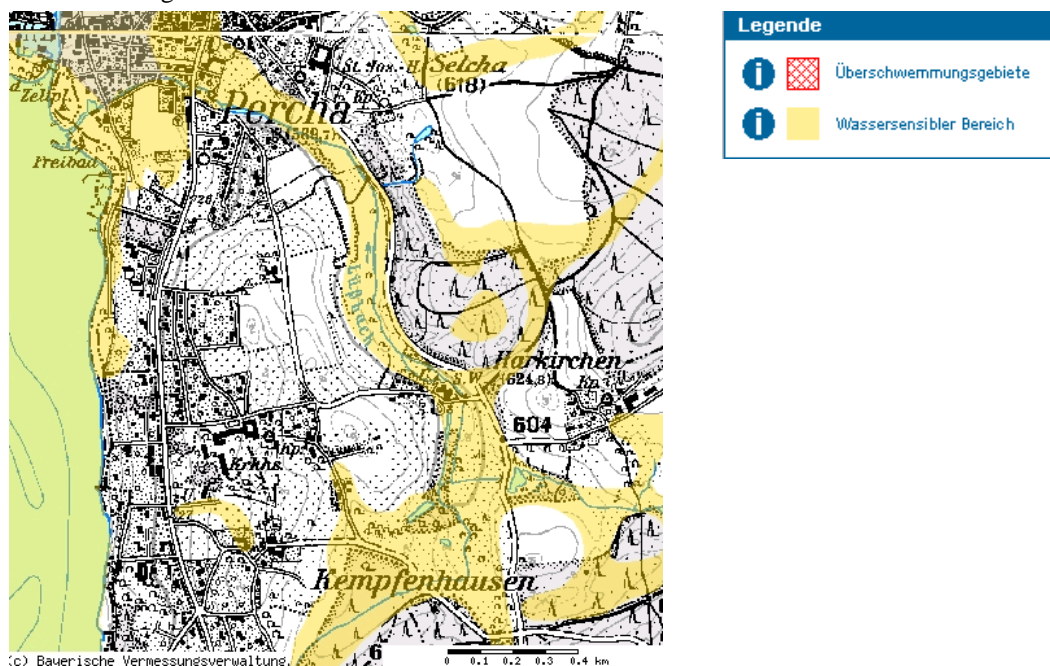


Abbildung 4-2: Wassersensible Bereiche in Starnberg / Percha;

Quelle: Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern - <http://www.wasser.lfu.bayern.de/iug/kart.htm>

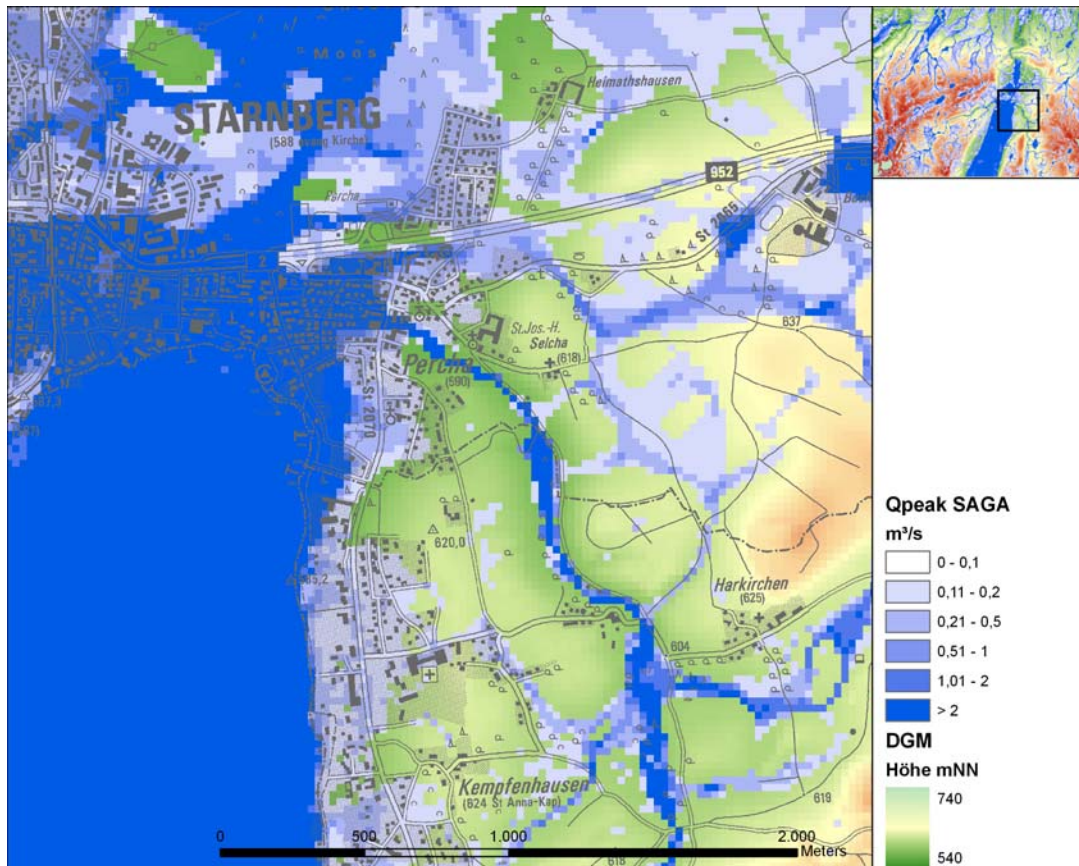


Abbildung 4-3: Mit SAGA berechnete Abflüsse/Fließwege

Quelle: Hydrotec

5 Vorsorgemaßnahmen

5.1 Flächenvorsorge

Unter „Maßnahmen der Flächenvorsorge“ werden das Freihalten und die Sicherung überflutungsgefährdeter Flächen, Freihalten bedeutender Abflusswege (außerhalb der Gewässer) sowie die Ausweisung von Ableitungs- und Rückhalteflächen verstanden.

-

5.2 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen

Nicht-technische Maßnahmen zur Abflussminderung außerhalb der geschlossenen Bebauung können beispielsweise die Aufforstung von Flächen, die Schaffung natürlicher Rückhalteflächen oder eine veränderte Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen umfassen; innerhalb der Siedlungsbereiche sind dies beispielsweise Maßnahmen zur Entsiegelung, zur Regenwasserversickerung und zum Regenwasserrückhalt.

Aufgrund der geologischen, pedologischen- und topografischen Verhältnisse sind abflussmindernde Maßnahmen im Bereich der Bebauung (wie Niederschlagswasserversickerung) im Stadtgebiet an den besonders gefährdeten Bereichen nicht möglich. Insbesondere können auf den landwirtschaftlichen Flächen, die in Starnberg überwiegend in den Hangbereichen liegen, nach Einschätzung des Tiefbauamtes keine dezentralen Rückhaltemaßnahmen durchgeführt werden.

5.3 Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Abflussminderung und zur Verbesserung der Abflussleistung von Gewässern umfassen den Bau von Rückhaltebecken an Gewässern und im Kanalnetz, Gewässerausbau und –unterhaltung, insbesondere die Beseitigung von Abflussengpässen und kritischen Bauwerken im Gewässer und im Kanalnetz.

Als Vorsorgemaßnahme vor zukünftigen Sturzfluten im Bereich Percha wurde ein ausreichend bemessenes Kanal- und Überlaufsystem vom Schmeisser Weiher bis zur Würm gebaut. Dazu wurde der Damm vor dem Weiher verstärkt und erhöht und in den Weiher ein Grundeinlauf eingebaut (Abbildung 5-2, Nr. 1). Über einen Schieber im Damm lässt sich der Einlauf manuell öffnen und schließen, sofern der Weiher überzulaufen droht.



Abbildung 5-1: Schmeisser Weiher, Schutzdamm und Einlaufbauwerk im Luftbild

Quelle: Bayerische Landesvermessungsverwaltung



Abbildung 5-2: Verlauf und Bestandteile des Ableitungsbauwerks vom Schmeisser Weiher zur Würm. Die Nummern in den Bildern korrespondieren mit denen in der Karte

Quelle: eigene Bilder, eigene Darstellung auf der Basis von DTK25, DGM

Das einlaufende Wasser wird über ein 1.400er-Kanalrohr unter der Staatsstraße 2065 (Nr. 3) oberhalb des Wohnsiedlungsbereiches (Nr. 4 und 5) in einen Graben weiter bis an den Autobahndamm geführt und zusammen mit dem Niederschlagsüberlauf der Autobahn in einen ausreichend ausgebauten Graben geleitet, der gleichzeitig als Regenrückhaltung für die Autobahn dient.

Oberhalb der Bebauung an der Kreuzstraße wird das abfließende Wasser über einen Ölabscheider und eine Sedi-
mentbremse in einen 3.000er-Kanal ein- und unter der Autobahn durchgeleitet (Nr. 6 und 7). Im Bereich der Sport-
plätze nördlich der Autobahn tritt das Wasser wieder in einen Graben aus und wird direkt in die Würm geleitet
(Nr. 9). Alle Kanaldeckel an den Kanälen sind als Schutz gegen Überstau fest verschraubt (Nr. 8).

Der Schmeisser Weiher befand sich vor dem Bau der Ableitungsanlage im Besitz der katholischen Kirche. Für den
Bau der Schutzmaßnahmen wurde der Teich der Stadt überschrieben.

Die Kanalbaumaßnahme kostete insgesamt über 2 Mio. DM, davon waren etwa 10 % Planungskosten. Die Bau-
kosten wurden zu 50 % öffentlich durch den Freisaat Bayern gefördert.

Der Bau der technischen Hochwasserschutzanlagen wurde durch den politischen Druck, den die sturzflut-
betroffenen Bürger ausgeübt haben sowie durch das Engagement der zuständigen Mitarbeiter der Verwaltung ge-
fördert. Planung und Bau der Ableitungsmaßnahme am Schmeisser Weiher wurden durch intensive Öffentlich-
keitsarbeit begleitet.

Der Bau von weiteren Überlaufkanälen vergleichbar der Anlage am Schmeisser Weiher zum Schutz von Bau-
gebieten an den bekannten Stellen im Stadtgebiet ist geplant.

5.4 Bauvorsorge

*Maßnahmen der Bauvorsorge umfassen schadensmindernde vorbeugende Maßnahmen an gefährdeten Objekten
wie feste und mobile Schutzeinrichtungen und Rückstauklappen.*

In der jüngeren Vergangenheit wurden in Starnberg umfangreiche Baugebiete ausgewiesen und bebaut, die in eini-
gen Fällen auch in hochwasser- bzw. sturzflutgefährdeten Bereichen liegen.

Auch war das Landratsamt in den 60er Jahren von der traditionellen und an die Risiken angepassten Bauweise
abgewichen und hatte den Bau von ebenerdig gelegenen Wohngebäuden mit Tiefkeller gefördert. Dies führt heute
zu großen Problemen durch Sturzfluten und durch hoch anstehendes Grundwasser.

Mittlerweile wird aber durch die Baugenehmigungsbehörde wieder die traditionelle Bauweise gefordert, die u.a.
wasserdichte Hochkeller mit mindestens 1,10 m über Boden liegenden Kellerschächten beinhaltet. Tiefgaragen-
zufahrten müssen mit wasserdichten Schotten versehen werden.

5.5 Risikovorsorge

*Unter „Maßnahmen der Risikovorsorge“ wird eine finanzielle Vorsorge für den Fall, dass trotz Vorsorge ein
Hochwasserschaden eintritt, verstanden. Typischerweise sind dies Versicherungslösungen.*

-

5.6 Informationsvorsorge

*Maßnahmen der „Informationsvorsorge“ umfassen die Beratung und Information für die Betroffenen, beispiele-
weise die Veröffentlichung von Risikokarten und Verbreitung von Informationsmaterial.*

-

5.7 Verhaltensvorsorge

*„Verhaltensvorsorge“ umfasst die Warnung vor Hochwasser und die Umsetzung in konkretes Handeln. Dazu zäh-
len auch Trainings und Übungen, bei denen diese Handlungsabläufe außerhalb von Hochwasserzeiten eingeübt
werden.*

Die Feuerwehren bedienen die technischen Hochwasserschutzanlagen.

5.8 Erfahrungen mit der Schadensminderung/-verhinderung durch Vorsorge

Der Einbau von wasserdichten Schotten in Tiefgaragenzufahrten, der Bau von wasserdichten Hochkellern und Wohnflächen deutlich über dem Boden mindern bzw. verhindern in Neubaumaßnahmen Schäden durch Sturzfluten.

6 Quellen

6.1 Interviewdaten

Ort	Rathaus der Stadt Starnberg / Ortsbesichtigung
Datum	23.3.2006
Termin	14:30-17:00

InterviewpartnerInnen	Amt/Organisation	Funktion	Tel. / E-Mail
Herr Ludwig	Tiefbauamt der Stadt Starnberg	Tiefbauamtsleiter	nikolaus.ludwig@starnberg.de
Dr. Klaus Friedeheim	Hydrotec	Projektbearbeiter	k.friedeheim@hydrotec.de
Stefan Frerichs	FH Aachen/BKR	Projektbearbeiter	frerichs@bkr-ac.de

Erläuterungen

FH: Fachhochschule

6.2 Verwendete Daten

Abwasserverband Starnberger See: Bemessung und Zulauf.-

URL: http://www.av-starnberger-see.de/t_5.htm

letztes Mal abgerufen: 04.09.2007

Basis DLM

DGM

DTK25

DLM 250

Bayerisches Landesamt für Umwelt: Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern. -

URL: <http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/iueg/kartendienst/index.htm>

letztes Mal abgerufen: 04.09.2007

KOSTRA



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Zwickau

Teil A: Analyse

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, Dezember 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil A: Analyse	3
1 Ortsbeschreibung	3
1.1 Geografie, Lage und Naturraum.....	3
1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur	3
1.3 Böden und Geologie.....	8
1.4 Topographie	9
1.5 Klima.....	9
1.6 Entwässerungsstruktur	10
1.6.1 Natürliche Gewässer.....	10
1.6.2 Kanalisation	13
2 Ereignisbeschreibung	14
2.1 Ereignisdokumentationen.....	14
2.2 Vorhersage und Vorwarnung	14
2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände	14
2.4 Abfluss und Überflutung.....	15
2.5 Schadensbeschreibungen.....	15
2.5.1 Personenschäden.....	15
2.5.2 Gebäude.....	16
2.5.3 Infrastruktur.....	16
2.6 Schadenshöhe, -kosten	16
3 Hochwasserbewältigung: Beschreibung der Handlungsabläufe und Maßnahmen ..	16
3.1 Zuständigkeiten, Koordination, Zusammenarbeit und Information	16
3.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen	16
3.3 Schadensbehebung	16
4 Kommunale Risikoanalyse	16
4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko	16
4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser	17
5 Vorsorgemaßnahmen	20
5.1 Flächenvorsorge	20
5.2 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen.....	21
5.3 Technische Maßnahmen.....	22
5.4 Bauvorsorge	23
5.5 Risikovorsorge	23
5.6 Informationsvorsorge	23
5.7 Verhaltensvorsorge	24
6 Quellen	25
6.1 Interviewdaten.....	25
6.2 Hinweise auf weitere Kontaktpersonen, Materialien	25
6.3 Verwendete Daten	25
6.4 Literatur und Internetquellen.....	25

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Politische Lage der kreisfreien Stadt Zwickau	3
Abbildung 1-2:	Bodenbedeckung von Zwickau	4
Abbildung 1-3:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Marienthal	6
Abbildung 1-4:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Niederplanitz.....	7
Abbildung 1-5:	Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Schneppendorf	7
Abbildung 1-6:	Geologische Übersicht: Quartäre Ablagerungen über Schichten des Rotliegende 1:400.000..8	
Abbildung 1-7:	Bodenübersicht: Auenböden (blau) und Löss-Staugleye (matt-rosa) dominieren im Norden (Kartenabschnitt links) und im Süden Zwickaus (Kartenabschnitt rechts) 1:400.000	9
Abbildung 1-8:	Höhenverhältnisse in den Grenzen der Stadt Zwickau.....	11
Abbildung 1-9:	Topografie in Marienthal.....	12
Abbildung 1-10:	Topografie in Niederplanitz	12
Abbildung 1-11:	Topografie in Schneppendorf	13
Abbildung 4-1:	Breithauptstraße und Planitzer Straße (Planitzbach) Ereignis 22.5.2007	17
Abbildung 4-2:	Überschwemmungsgebiete bei einem HQ ₁₀₀ im nördlichen (links) und südlichen Stadtgebiet.....	18
Abbildung 4-3:	Hochwassergefährdungskarte für das Stadtgebiet Zwickau für HQ ₃₀₀	19
Abbildung 4-4:	Mit SAGA berechnete Abflüsse/Fließwege für das Ereignis am 10.8.2002	20
Abbildung 5-1:	Kartenviewer mit Überschwemmungsgebiet am Schneppendorfer Bach	21
Abbildung 5-2:	Speicher Marienthal am Marienthaler Bach, Aufnahme vom 6.9.2006	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Flächennutzung in Zwickau, Stand 31.12.2004	5
Tabelle 1-2:	Kenndaten zum Zwickauer Entwässerungssystem.....	13
Tabelle 2-1:	Extreme Niederschlagshöhen [mm] der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten T = a (Jahre), Mai - September	15

Teil A: Analyse

1 Ortsbeschreibung

1.1 Geografie, Lage und Naturraum

Die Stadt Zwickau liegt im Südwesten des Freistaates Sachsen im Regierungsbezirk Chemnitz. Mit dem Inkrafttreten der sächsischen Kreis- und Funktionalreform am 01.08.2008 ist Zwickau keine kreisfreie Stadt mehr, sondern Große Kreisstadt im neu gebildeten Landkreis Zwickau. Nach Leipzig, Dresden und Chemnitz ist sie die viertgrößte Stadt im Bundesland. Zwickau bildet den Kern der Wirtschaftsregion Chemnitz-Zwickau. Nächstgrößere Stadt ist Chemnitz, etwa 31 km östlich von Zwickau gelegen. Naturräumlich gehört die Stadt zum Erzgebirgsbecken im Vorland des Erzgebirges.

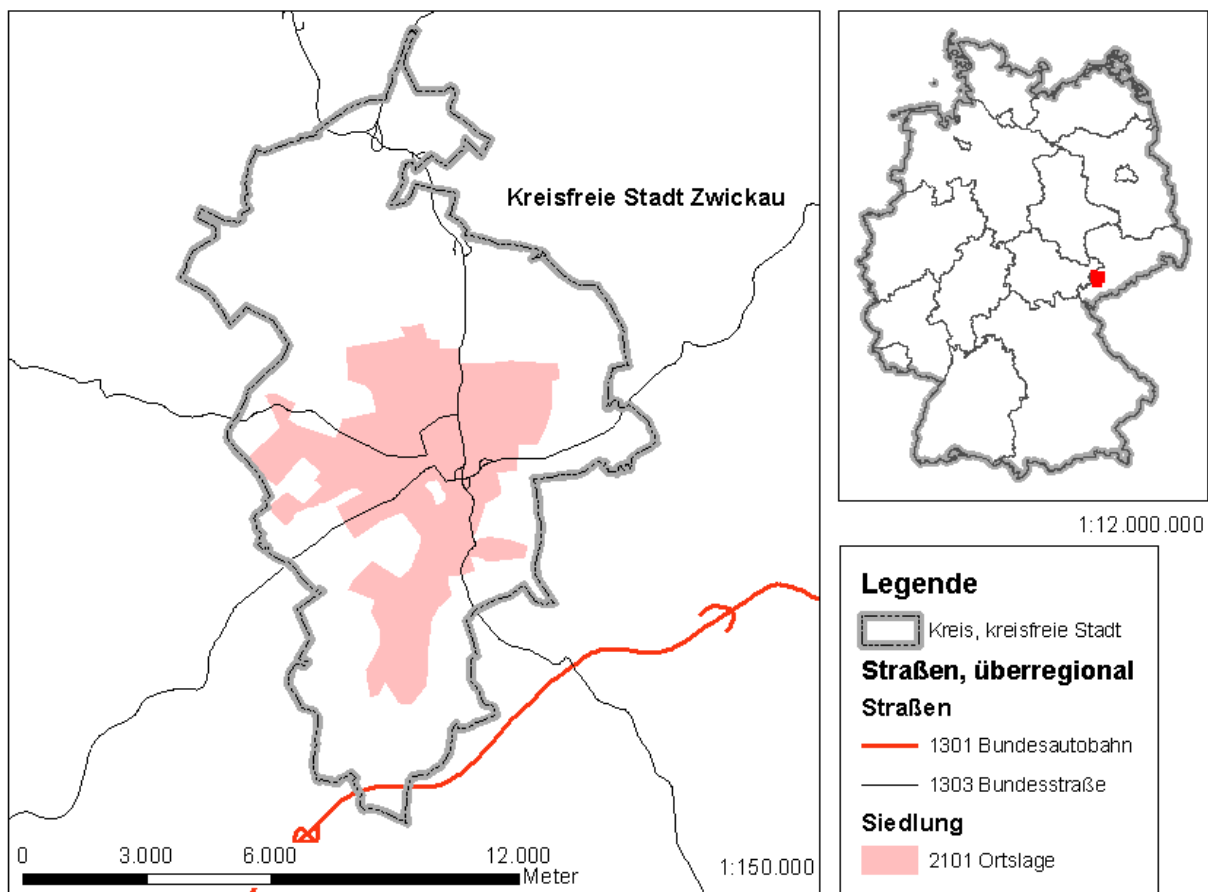


Abbildung 1-1: Politische Lage der kreisfreien Stadt Zwickau; Quelle: BasisDLM, eigene Darstellung (Stand: 2007)

1.2 Flächennutzung und Siedlungsstruktur

Bei einer Stadtfläche von 102,54 km² und rund 96.000 Einwohnern hat die Stadt eine Bevölkerungsdichte von 936 Einwohnern je km². Das Stadtgebiet Zwickaus ist in die fünf Stadtbezirke Mitte, Ost, Nord, West und Süd eingeteilt, die aus bis zu neun Stadtteilen bestehen.

Die Stadt Zwickau gehört als Kern des historisch gewachsenen Wirtschaftsraumes Chemnitz-Zwickau zu den dicht besiedelten Gebieten des Freistaates Sachsen. Die Stadt geht auf sorbische Siedlungsanfänge im Tal der Zwickauer Mulde zurück, Zwickau selbst erhielt im 13. Jahrhundert die Stadtrechte. In ihrer weiteren Geschichte entwickelte sich die Stadt zur bedeutenden Handels- und Bergbaustadt (u.a. Silber und Steinkohle) sowie zum Industriestandort. Im Zweiten Weltkrieg blieb die Stadt von Flächenbombardements verschont, sodass sie heute noch über eine weitgehend erhaltene historische Altstadt verfügt. Nach der Wiedervereinigung mit der Bundesrepublik 1990 ging trotz vielfältiger Anstrengungen (u. a. Ansiedlung des Volkswagenwerkes Sachsen) die wirtschaftliche Bedeutung der Stadt zurück und damit einhergehend erfolgt auch ein Einwohnerrückgang.

Rund 35 % des Stadtgebietes werden durch Siedlungs- und Verkehrsflächen eingenommen. Zwickau blickt auf eine lange bergbauliche Tradition zurück, die insbesondere im südlichen Stadtgebiet zu umfangreichen Umgestaltungen der Geländeoberflächen durch untertägigen und obertägigen Bergbau geführt hat (Halden und Kippen, Bergsenken, Abgrabungen etc.). Hierbei ist u. a. der Schmelzbach verlegt worden.

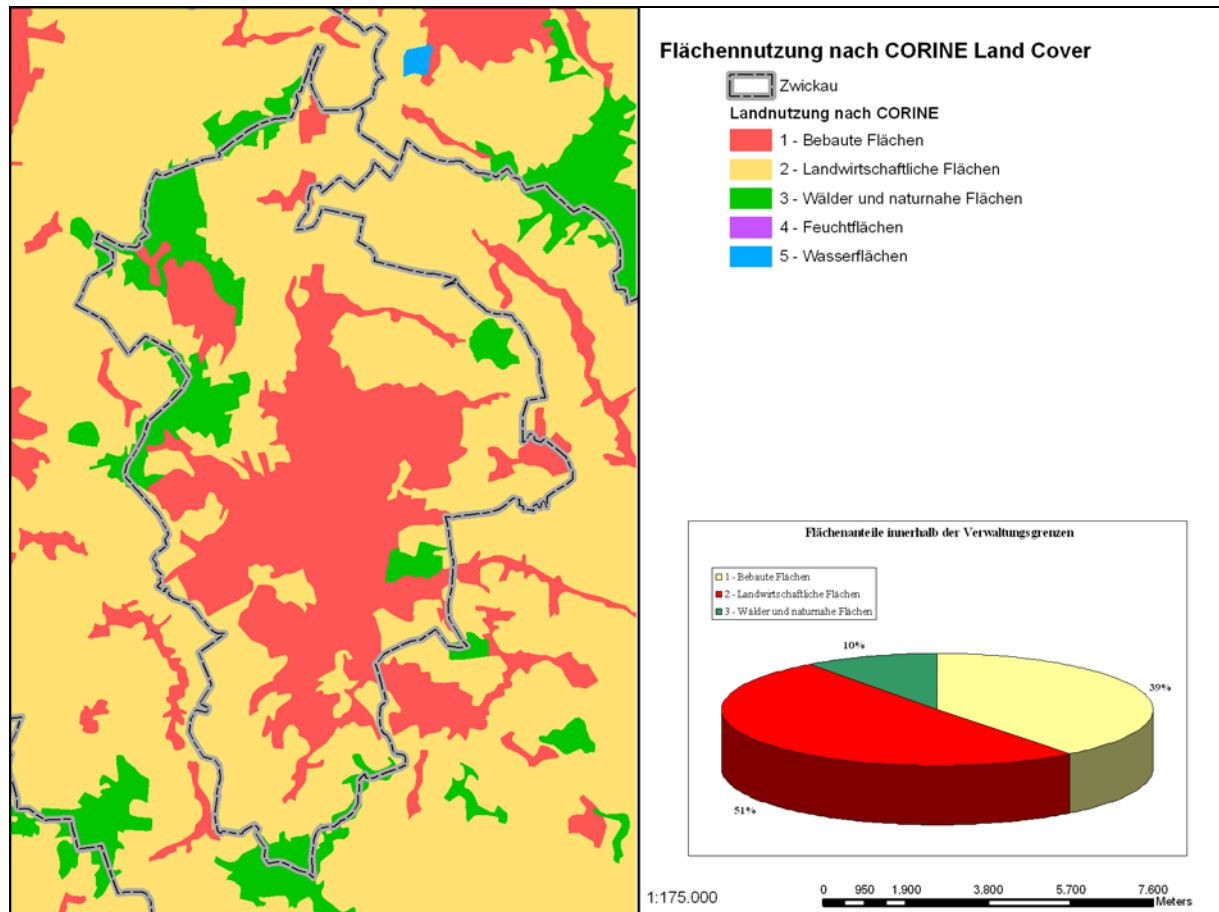


Abbildung 1-2: Bodenbedeckung von Zwickau; Quelle: CORINE Land Cover 1996

Tabelle 1-1: Flächennutzung in Zwickau, Stand 31.12.2004; Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Stand: 31.12.2004

Nutzungsart	Zwickau		Sachsen insgesamt
	ha	in %	in %
Bodenfläche insgesamt	10.254,0	100,0	100,0
Siedlungs- und Verkehrsflächen	3.604,0	35,1	11,7
<i>Gebäude- und Freiflächen</i>	2.121,0	20,7	6,6
<i>Betriebsflächen ohne Abbau-land</i>	325,0	3,2	0,2
<i>Erholungsfläche</i>	209,0	2,0	0,8
<i>Verkehrsfläche</i>	918,0	9,0	4,0
<i>Friedhof</i>	31,0	0,3	0,1
Landwirtschaftsfläche	4.823,0	47,0	55,7
Waldfläche	1.077,0	10,5	26,8
Wasserfläche	107,0	1,0	1,8
Übrige Nutzungsarten inkl. Abbau-land	643,0	6,3	4,0

Die landwirtschaftlich genutzten Flächen stellen die Hauptnutzungsart im Freiraum der Stadt dar; sie werden mit Ausnahme der unmittelbaren Auenbereiche längs der Gewässer und in Talmulden überwiegend ackerbaulich genutzt. Zusammenhängende größere Waldflächen fehlen, Wald findet sich im Stadtgebiet verteilt an vereinzelten, kleineren Standorten (vgl. Abbildung 1-1 und Tabelle 1-1).

Die Unwetterereignisse von 2002 und 2004 führten insbesondere an Moritzbach, Marienthaler Bach, Brander Bach, Mittelgrundbach, Planitzbach und Schnependorfer Bach zu Sturzfluten, die die Stadtteile Marienthal, Niederplanitz und Schnependorf betrafen.

Marienthal liegt westlich des Stadtzentrums zwischen der B 175 im Norden und dem Bahngelände im Süden. Mit freistehenden Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern sowie Zeilenhäusern dicht bebaute Wohnbauflächen, Kleinsiedlungsflächen und Kleingartenanlagen sowie Gewerbeflächen längs der Bahntrassen prägen den Stadtteil. Der Marienthaler Bach entspringt am Rande des Zwickauer Talkessels und durchfließt zunächst ein locker bebautes Kleinsiedlungsgebiet. Am westlichen Siedlungsrand vom Marienthal vereinigt er sich mit dem Brander Bach und durchquert in Offenlage den Stadtteil zwischen der Wohnbebauung. Diese besteht in diesem Bereich vor allem aus älteren Zwei- und Mehrfamilienhäusern mit Gartengrundstücken sowie Grünflächen. Im Innenstadtbereich fließt der Bach nach seinem Zusammenfluss mit dem Mittelgrundbach als Moritzbach überwiegend im Untergrund, wengleich er in Abschnitten freigelegt ist.

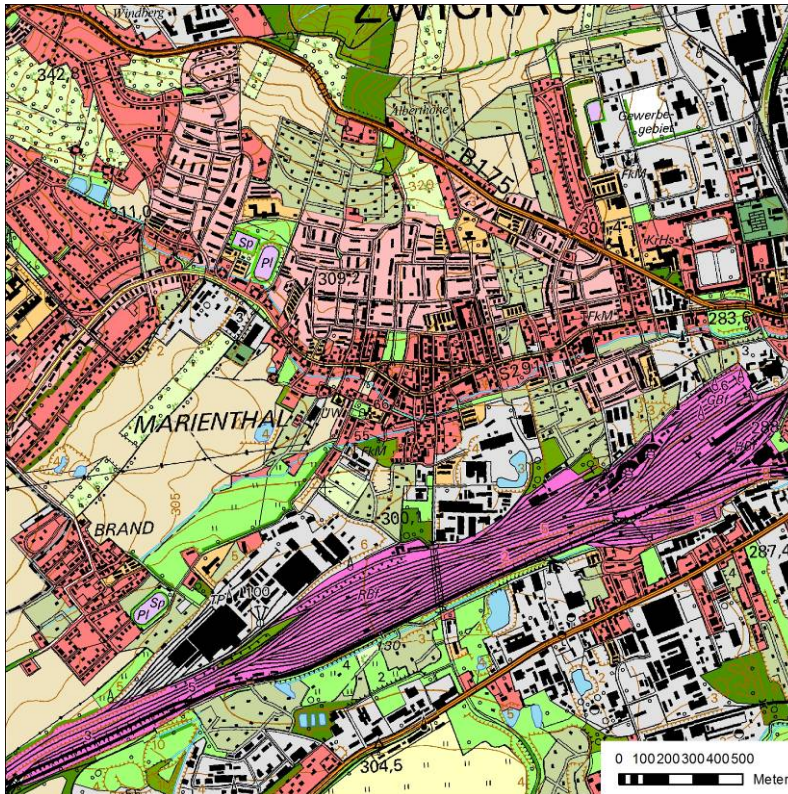


Abbildung 1-3: Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Marienthal; Quelle: Basis-DLM, DTK25, eigene Darstellung

Niederplanitz liegt südlich des Stadtzentrums von Zwickau. Der Stadtteil hat sich historisch aus einer dörflichen Ansiedlung am Bach entwickelt. Heute ist der Stadtteil durch Wohnbauflächen, die mit relativ dicht beieinanderstehenden Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern bebaut sind, Grünflächen und Gewerbeflächen geprägt. Der Planitzbach entspringt südlich von Niederplanitz in den Hängen des Zwickauer Talkessels. Innerhalb von Niederplanitz ist der Bach in weiten Teilen verrohrt und tritt erst unterhalb der bebauten Flächen wieder hervor. Im weiteren Verlauf unterquert der Bach eine Bahntrasse, passiert ein großflächiges Einkaufszentrum und fließt dann durch das südliche Stadtzentrum der Zwickauer Mulde zu.

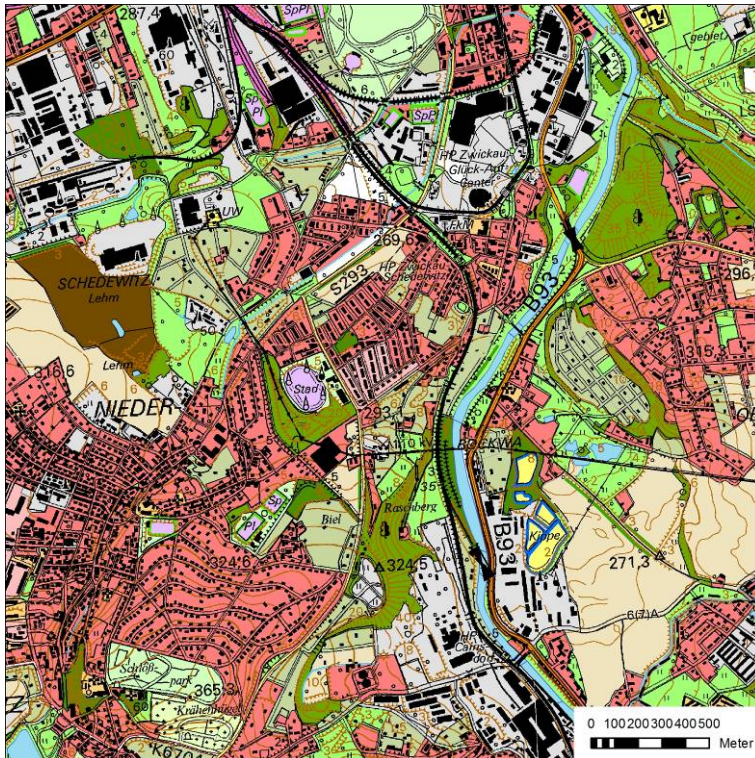


Abbildung 1-4: Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Niederplanitz; Quelle: Basis-DLM, DTK25, eigene Darstellung

Schneppendorf ist ein kleines Dorf im nördlichen Stadtbereich von Zwickau, das sich Straßen begleitend längs des Schneppendorfer Baches den Hang hinauf erstreckt. Die Bebauung des Dorfes besteht aus freistehenden landwirtschaftlichen Hofstellen sowie Ein- und Zweifamilienhäusern.

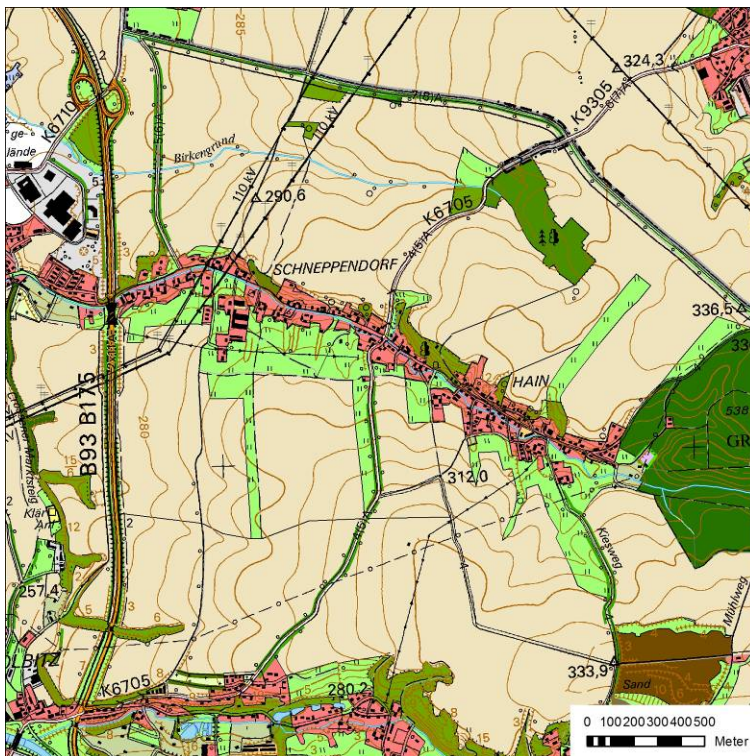


Abbildung 1-5: Siedlungs- und Nutzungsstruktur von Schneppendorf; Quelle: Basis-DLM, DTK25, eigene Darstellung

1.3 Böden und Geologie

Die Stadt Zwickau ist im Vorland des Erzgebirges angesiedelt und gehört zum Naturraum des Erzgebirgsbeckens. Das Erzgebirgsbecken ist durch Sedimente des Rotliegenden (Perm) geprägt. Das Becken tritt morphologisch im Bereich zwischen Chemnitz und Zwickau in Erscheinung. Hier wird es südlich vom Erzgebirge und nördlich vom Rabensteiner Höhenzug begrenzt. Das Rotliegende erhielt seinen Namen aufgrund seiner rötlichen Färbung, die vom Eisenmineral Hämatit herrührt. Im südlichen Stadtgebiet kommen devonische und oberkarbonische Schichten vor, durchmischt mit sauren und basischen Effusiva. (vgl. Abbildung 1-6)

Über dem anstehenden Gestein liegen u.a. periglaziale schluffig-tonige Hangschutt- und Hanglehmdecken, Verwitterungsdecken der Festgesteine des Granulit- und Erzgebirges und stellenweise Grundmoränenmaterial (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Geologische Übersichtskarte 1:400.000). Die Stadt liegt in einer weiten Talau der Zwickauer Mulde. Dort dominieren Auenböden wie Gleye, Vegas und deren Übergangsformen. Außerhalb der Talau haben sich über Lösslehmdecken Parabraunerden, Pseudogleye und deren Mischformen gebildet. Auf vielen Standorten neigen die Böden zur Staunässe (vgl. Abbildung 1-7). Die Versickerungseigenschaften der Böden variieren je nach Standort von schlecht über mittel bis gut.

Die Bodenkonzeptkarte (BKkonz) des Freistaates Sachsen ist aus digital aufbereiteten Altdatenbeständen gebildet. Die BKkonz stellt Bodenformengesellschaften dar, die durch zahlreiche Parameter beschrieben werden. Für Siedlungsflächen in Zwickau liegt die Bodenkonzeptkarte nicht vor, sondern, mit den o.g. Einschränkungen, nur zu den Außenbereichen. Gleichwohl zeigen die Karten in Freiraumbereichen innerhalb der Siedlungsflächen im Verlauf der Bäche die typischen, wasserbeeinflussten Bodenarten, wie bspw. Auenböden und Gleye. Bei den Sturzflutereignissen von 2002 und 2004 floss in deren Vorkommensbereich das Niederschlagswasser teilweise auch dort wild ab, wo ansonsten keine Gewässer vorhanden sind oder diese verrohrt im Untergrund verlaufen.

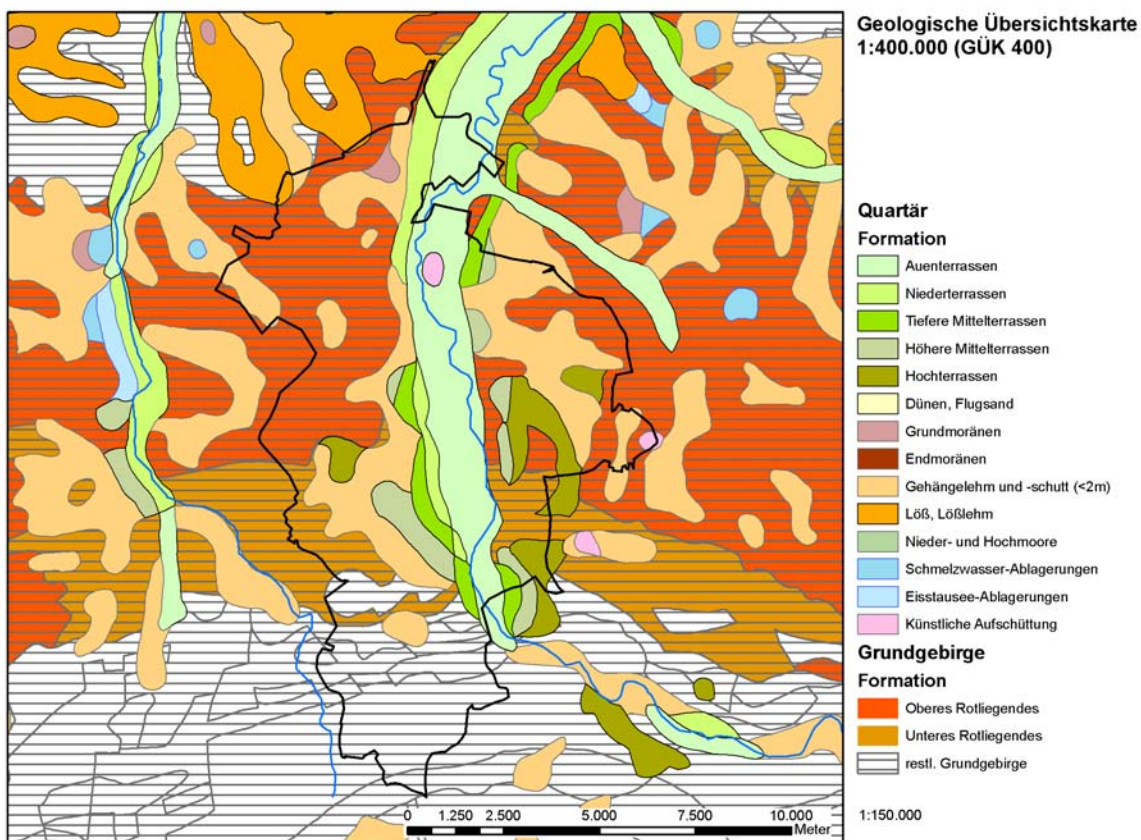


Abbildung 1-6: Geologische Übersicht: Quartäre Ablagerungen über Schichten des Rotliegende; Quelle: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Bodenübersichtskarte 1:400.000

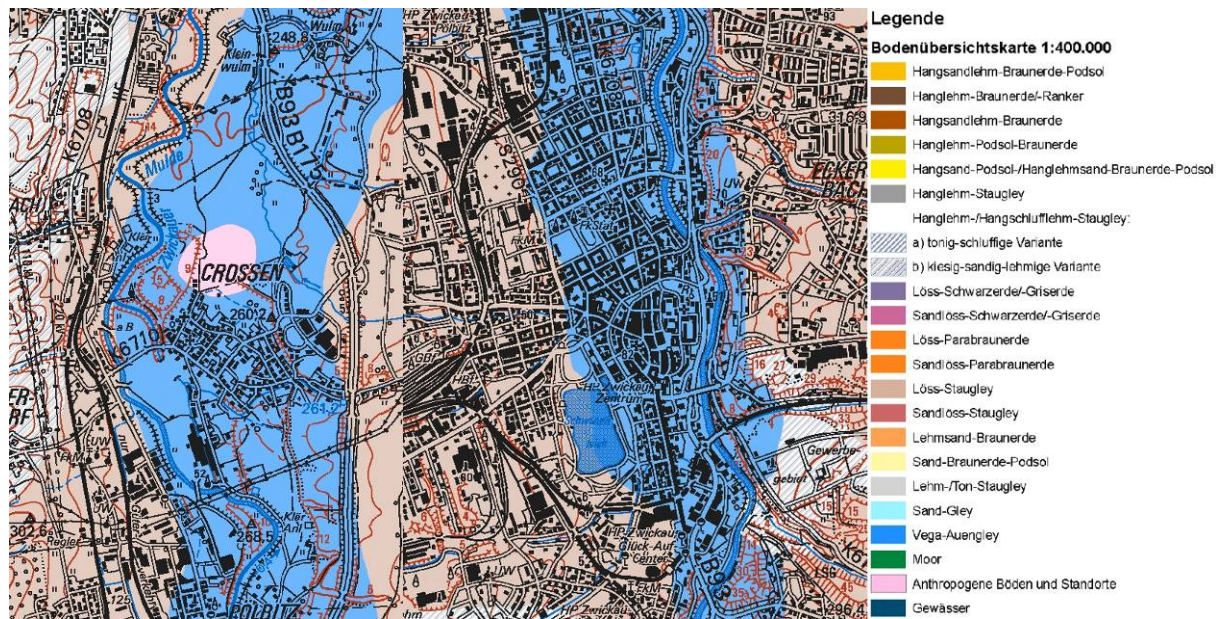


Abbildung 1-7: Bodenübersicht: Auenböden (blau) und Löss-Staugleye (matt-rosa) dominieren im Norden (Kartenabschnitt links) und im Süden Zwickaus (Kartenabschnitt rechts); Quelle: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Bodenübersichtskarte 1:400.000

1.4 Topographie

Zwickau liegt am Nordrand des Erzgebirges in einer breiten Talaue, der Zwickauer Mulde. Die Stadt erstreckt sich von 250 bis 446 mNN. Richtung Süden bzw. Richtung Erzgebirge und mit zunehmender Entfernung von der Talaue der Zwickauer Mulde steigt das Gelände an (vgl. Abbildung 1-8). Abflüsse können aus drei Richtungen (West, Süd, Ost) in die Stadt gelangen und sammeln sich in vielen kleinen Gewässern, die die Stadt durchqueren (vgl. Abschnitt 2.3).

Marienthal liegt am Rand des Zwickauer Talkessels im Randbereich der aufsteigenden Hänge in einer Mulde, die durch den Marienthaler Bach gebildet wurde (vgl. Abbildung 1-9).

Niederplanitz liegt ebenfalls am Rande des Zwickauer Talkessels am Fuß des Krähenhügels. Der Planitzbach hat sich am Fuß dieser Erhebung in den Hang sein Bett als Rinne eingegraben (vgl. Abbildung 1-10).

Der Schnependorfer Bach hat in den aufsteigenden Hang sein Fließgerinne eingeschnitten. Von den seitlich dadurch gebildeten Rücken führen kleinere Rinnen auf diese Einbuchtung zu (vgl. Abbildung 1-11).

1.5 Klima

Das Klima in Zwickau kann dem Mittelgebirgsklima zugerechnet werden. An der Klimastation Chemnitz, 31 km östlich von Zwickau gelegen, werden im Jahresmittel 641 mm Niederschlag und 8,8 °C Durchschnittstemperatur gemessen. Das Niederschlagsmaximum liegt in den Sommermonaten Juni, Juli und August (mit monatlichen Niederschlagssummen zwischen 67 und 87 mm). Im gesamten Sommerhalbjahr (April bis September) werden 60 % des Jahresniederschlags gemessen.

Im Sommer sind Wetterlagen mit Winden aus nordwestlicher Richtung häufig. Diese Wetterlagen verursachen am Nordrand des Erzgebirges Staueffekte mit daraus resultierenden sommerlichen Niederschlagsmaxima (konvektive Starkregenereignisse (LFUG 2005)). Neben den westlichen Wetterlagen sind für episodische Starkniederschläge in Sachsen auch die so genannten Vb-Wetterlagen von großer Bedeutung (LFUG 2005). Diese Großwetterlage zeigt in den letzten Jahrzehnten eine zunehmende Tendenz.

Zukünftig wird für Sachsen eine signifikante Zunahme der Häufigkeit von extremen Niederschlägen (Starkregen) von mehr als 20 mm/Tag bzw. 55 mm/Tag prognostiziert. Diese Starkregenereignisse werden nach gegenwärtigem Wissensstand vor allem im Juli und August auftreten (LFUG 2005).

1.6 Entwässerungsstruktur

1.6.1 Natürliche Gewässer

Das größte Gewässer ist die Zwickauer Mulde, die die Stadt von Norden nach Süden durchfließt. Für die Zwickauer Mulde als Gewässer 1. Ordnung ist der Freistaat Sachsen zuständiger Unterhalts- und Ausbaulastträger, diese Aufgabe wird durch den Staatsbetrieb Landestalsperrenverwaltung (LTV) wahrgenommen.

Bis auf den Lauterbach (Einzugsgebiet der Pleiße) münden im Stadtgebiet alle Gewässer zweiter Ordnung in die Zwickauer Mulde. Die meisten von ihnen haben ein Einzugsgebiet von weniger als 20 km², einige von kleiner als 10 km². Anthropogene Eingriffe in das Gewässersystem haben die Hochwassergefahr verschärft. Der Schmelzbach musste aufgrund von Bergsenkungen in Folge aus dem Taltiefsten verlegt werden. Der Bach befindet sich morphologisch heute in einem naturfernen Zustand.

Andere Gewässer wie der Weißenborner Bach sind über längere Abschnitte verrohrt (1/3 seiner Gesamtlänge) oder führen nur temporär Wasser (bspw. Wolfsgraben). Vielfach sind die Bäche nicht mehr als Fließgewässer wahrnehmbar.

Einige Bäche durchfließen mehrere Teichanlagen, die bei Starkregenereignissen als Puffer wirken und das Regenwasser wirkungsvoll zurückhalten (bspw. Waldteiche am Weißenborner Bach).

Für den Unterhalt, den Ausbau und den Hochwasserschutz an Gewässern 2. Ordnung sind in Sachsen die jeweiligen Gemeinden, hier die Stadt Zwickau zuständig. Diese Aufgabe wird in der Stadt Zwickau vom SG Wasserwirtschaft im Tiefbau-, Garten- und Friedhofsamt (TGFA) wahrgenommen. Die Aufgabe der Gewässeraufsicht obliegt der unteren Wasserbehörde (bis zum 31.12.2008 vorübergehend noch bei der Stadtverwaltung Zwickau angesiedelt, ab dem 01.01.2009 beim LRA Zwickau). Die zuständige untere Wasserbehörde setzt auch die ermittelten Überschwemmungsgebiete an Gewässern 1. und 2. Ordnung fest.

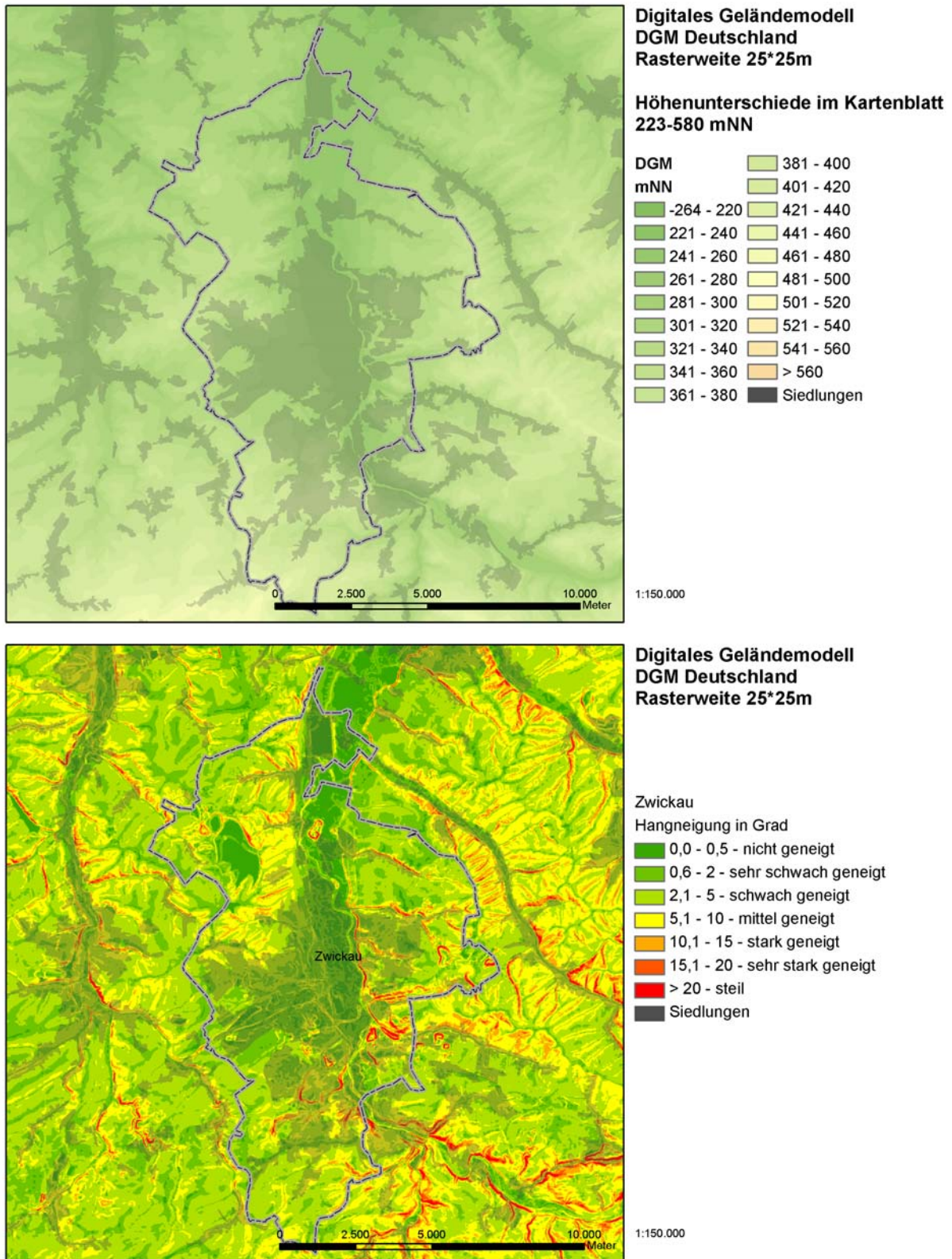


Abbildung 1-8: Höhenverhältnisse in den Grenzen der Stadt Zwickau; Quelle: DGM25 Deutschland, Basis-DLM Deutschland, eigene Darstellung

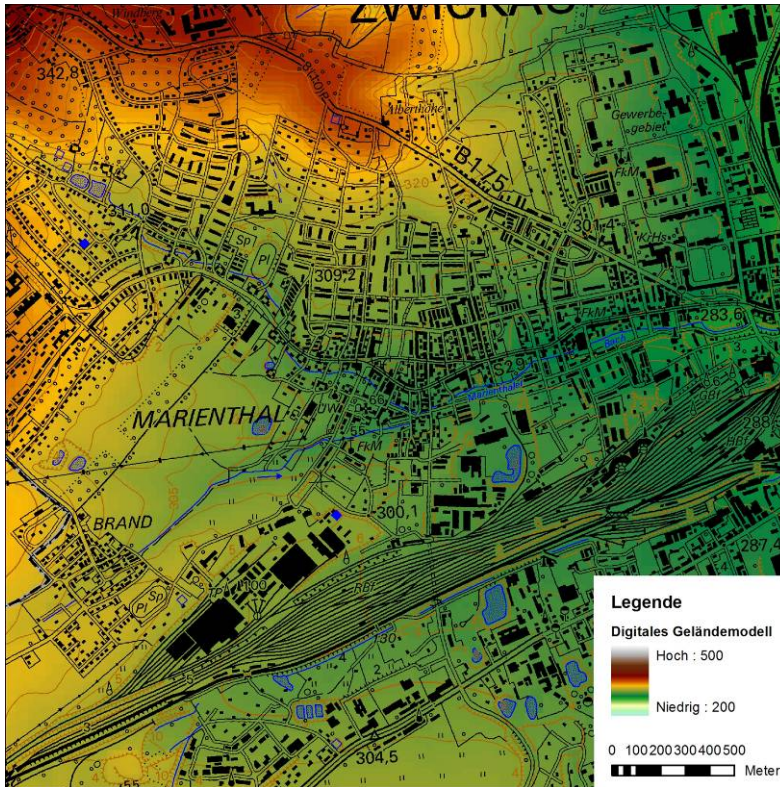


Abbildung 1-9: Topografie in Marienthal; Quelle: DGM Deutschland, DTK25, eigene Darstellung

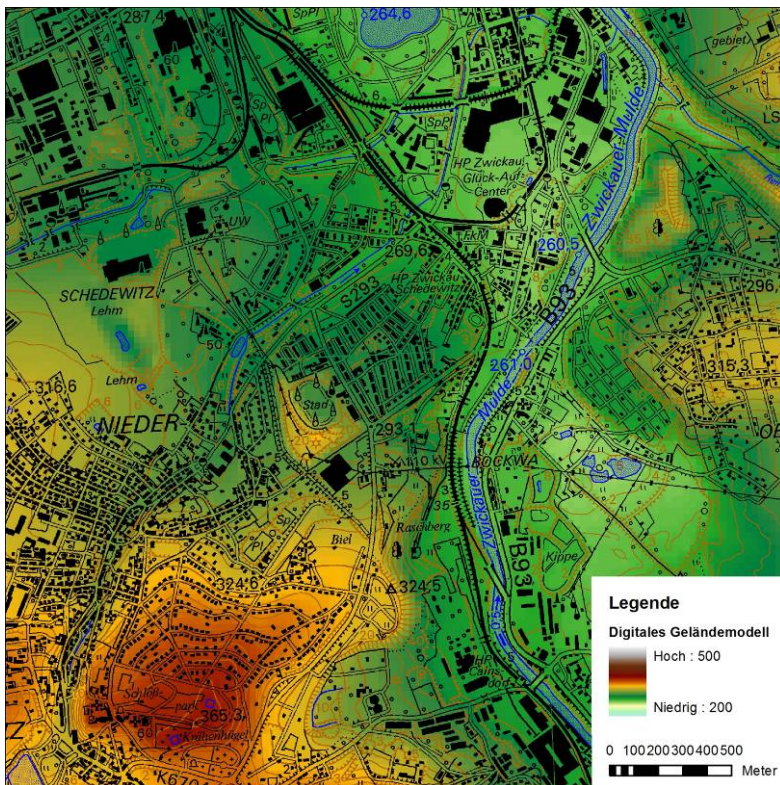


Abbildung 1-10: Topografie in Niederplanitz; Quelle: DGM Deutschland, DTK25, eigene Darstellung

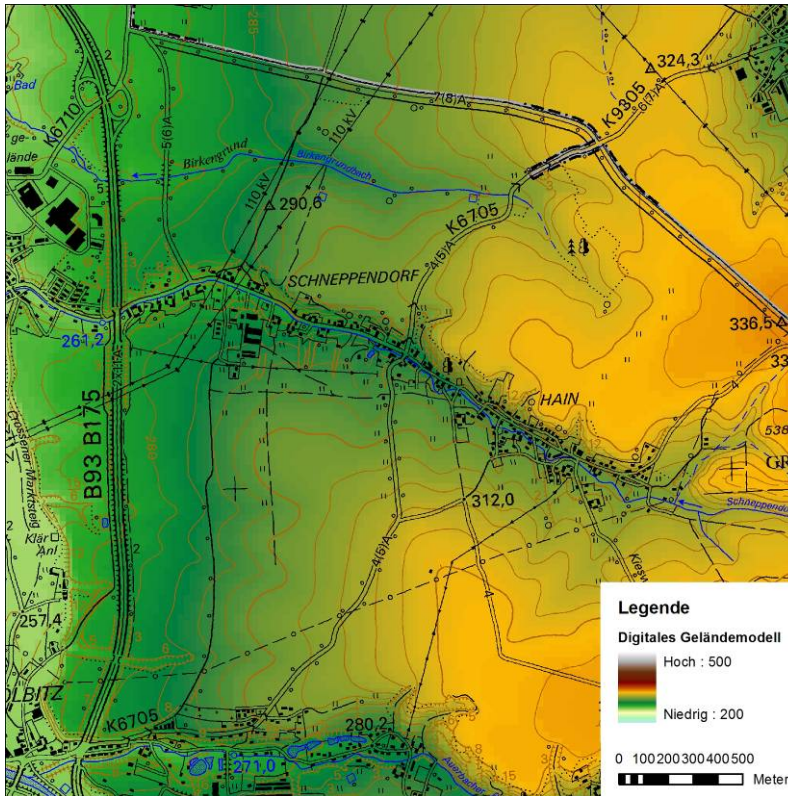


Abbildung 1-11: Topografie in Schneppendorf; Quelle: DGM Deutschland, DTK25, eigene Darstellung

Die Gewässer der betroffenen Ortsteile sind aus den Abbildungen 1-9 bis 1-11 erkennbar.

1.6.2 Kanalisation

In Sachsen ist die Abwasserbeseitigung Aufgabe der Gemeinden. Sie können sich hierzu beispielsweise zu Abwasserzweckverbänden zusammenschließen. Dies ist vorliegend geschehen, d.h. die Aufgabe wurde dem Regional-Wasser / Abwasser-Zweckverband Zwickau / Werdau (RZV) übertragen. Zur praktischen Durchführung (d. h. Errichtung und Betrieb der Kanalisation, Kläranlagen, Vollzug der Abwassersatzung etc.) bedient sich der RZV der Wasserwerke Zwickau GmbH (WWZ). Das Abwasser wird in insgesamt 64 Kläranlagen behandelt.

Die bestehenden Siedlungsbereiche von Zwickau werden überwiegend über eine Mischwasserkanalisation entwässert, die Neubaugebiete über Trennkanalisation. Bis zum Jahr 2010 sollen nach Angaben der Stadt im Rahmen eines groß angelegten Kanalsanierungsprogramms die Teile der Kanalisation in ein Trennsystem umgewandelt und so bestehende Kapazitätsengpässe beseitigt werden, wo dies wirtschaftlich möglich ist. Die Tabelle 1-2 liefert einen Überblick über die Eckdaten des Kanalsystems im Stadtgebiet.

Heute genügt die Kanalisation in Teilbereichen nicht mehr den Anforderungen. Die Kanalrohre in Zwickau sind teilweise veraltet und stammen vielfach noch aus den 1930er Jahren. Da die Stadt zwischenzeitlich ein starkes Bevölkerungswachstum erfahren hat und deutlich höhere Abwassermengen anfallen, sind bei zahlreichen Leitungen heute die Kapazitätsgrenzen zur Ableitung des Abwassers erreicht. Dies ist die Hauptursache für Überlastungen der Kanalrohre, die beim Bau für geringere Abflussmengen bemessen worden waren. Oftmals muss bereits bei einem 1-jährlichen Regenereignis die Kanalisation in die Bäche entlastet werden.

Tabelle 1-2: Kenndaten zum Zwickauer Entwässerungssystem; Quelle: Wasserwerke Zwickau GmbH

Kanäle/Bauwerke	Anzahl/Länge
Angeschlossene Einwohnergleichwerte	ca. 200.000
Länge Abwassersammler	985 km
Länge Anschlusskanäle	82 km
Abwasserpumpwerke	42
Anschlussgrad an die Kanalisation	84 %

Kanäle/Bauwerke	Anzahl/Länge
Anschlussgrad an zentrale Kläranlagen	76 %
Kläranlagen (inkl. Kleinkläranlagen)	65

Die WWZ betreibt eine 24-Stunden-Hotline im Rahmen des Stör- und Havariedienstes. Die Nummer der Hotline lautet 0180-1100333.

2 Ereignisbeschreibung

2.1 Ereignisdokumentationen

Das Stadtgebiet von Zwickau war in der Vergangenheit mehrfach von Unwetterereignissen betroffen, die an bekannten Schwachstellen wiederholt zu Überschwemmungen geführt und teilweise beträchtliche Schäden verursacht haben. Einige der über die Recherche ermittelten Ereignisse der URBAS-Falldatenbank konnten vom Tiefbauamt (TB) und der Unteren Wasserbehörde (UWB) nicht als **Schadensereignisse mit Wasserschäden** bestätigt werden.

Vom Tiefbauamt und der Unteren Wasserbehörde wurden als Ereignisse mit Wasserschäden die Ereignisse vom 10.08.2002, 08.07.2004 und 22.07.2004 bestätigt.

- Ereignis vom 10.08. bis 14.08.2002: Im Vorfeld des Hochwassers der Zwickauer Mulde im August führten Sturzfluten an den zahlreichen Gewässern zweiter Ordnung im Zwickauer Stadtgebiet zu Schäden. Der Starkregen hat in den kleinen Einzugsgebieten der Gewässer schnell zum Hochwasser (Sturzflut) geführt. Infolge des Hochwassers der Zwickauer Mulde entstanden zahlreiche Schäden an der Infrastruktur, u.a. am Muldendamm und an der Muldenpromenade, an Friedhöfen und an Wegen. Das Ereignis ist aufgrund der Jährlichkeit des Starkregens und des Schadenumfanges am besten dokumentiert.
- Ereignis vom 08.07.2004: In Zwickau waren Keller vollgelaufen und Straßen überschwemmt.
- Unwetterereignis vom 22.07.2004

In der Falldokumentation zu den Ereignissen ist auf die Abgrenzung zwischen den eigentlichen Sturzfluten und ihren Folgen und den Überflutungen durch Hochwasser der Zwickauer Mulde zu achten.

2.2 Vorhersage und Vorwarnung

Für das Ereignis am 10.08.2002 lag keine offizielle Warnung des DWD vor.

Das KONRAD-Tagesfile zeigt keine Primärzellen um Zwickau. Zu Starkregenwarnungen kommt es gar nicht. Lediglich mäßiger Niederschlag sowie einige Sekundärzellen häufen sich am Abend im Bereich Zwickau. Etwas östlich und nordöstlich kommt es dagegen in der gleichen Zeit zu vielen Starkregenwarnungen. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in Teil B dieser Untersuchung.

2.3 Niederschlagswerte, begleitende Wetterumstände

Eine detaillierte Beschreibung der Niederschlagsauswertung findet sich in Teil B dieser Untersuchung.

Die Nacht auf den 10.08.2002 bleibt in Zwickau trocken. Am Vormittag treten zunehmend konvektive Niederschlagszellen in Erscheinung; insbesondere wenige Kilometer westlich ziehen einige konvektive Zellen in nördliche Richtungen. Zwickau selbst wird jedoch erst ab 18:00 Uhr überregnet. In der Folge treffen immer wieder kleine, meist kräftige, immer wieder von kurzen Trockenphasen unterbrochene, konvektive Zellen auf das Stadtgebiet. Ab 21:00 Uhr nimmt die konvektive Tätigkeit deutlich ab und es bleibt kurze Zeit trocken, ehe erneut kleine Schauerzellen mit deutlich gegenüber dem frühen Abend verminderter Konvektion neuen Niederschlag bringen. Diese neuen Zellen sind zwar recht klein, jedoch annähernd ortsfest, sodass es bis fast Mitternacht weiter regnet.

Am Folgetage, dem 11.08.02 bleibt es bis Mittag weitgehend trocken. Ab 16:00 Uhr liegt Zwickau im Einfluss eines größeren Niederschlagsfeldes mit mäßigen, teils kräftigen Regenschauern. Dieses Niederschlagsgebiet bleibt recht ortsfest über Zwickau und Dresden liegen und beeinflusst mit meist mäßigen Intensitäten das Stadt-

gebiet von Zwickau bis zum Abend des 12.08.02. Erst in der Nacht auf den 13.08.02 nimmt der Niederschlag ab. Es kommt im Stadtbereich Zwickau zu etwa 30-Stunden-Dauerniederschlag mit Intensitäten, die erheblich über Landregenniveau liegen, jedoch noch nicht als stark konvektiv bezeichnet werden können.

Die ermittelten Mengen der angeeichten Radardaten ordnen sich laut KOSTRA-DWD 2000 für die 72-Stundensumme im Stadtgebiet Zwickau (ca. 142 mm) in den Bereich 50- bis 100-jährlich ein, während die maximale Stundensumme (18 mm) in der Größenordnung 1-2-jährlich liegt. Südlich von Zwickau treten deutlich höhere 72-Stundensummen (maximal 210 – 230 mm) auf, diese liegen statistisch gesehen im Bereich > 100-jährlich. Südwestlich von Zwickau liegen die maximalen Stundensummen mit einer Wiederkehrzeit im Bereich 10- bis 20-jährlich.

Tabelle 2-1: Extreme Niederschlagshöhen [mm] der unterschiedlichen Wiederkehrzeiten T = a (Jahre), Mai - September; Quelle: KOSTRA-DWD 2000

[mm]	T1	T2	T5	T10	T100
15 Min	11,4	14,8	19,2	22,5	33,5
60 Min	17,7	23,9	32,0	38,2	58,7

2.4 Abfluss und Überflutung

Im Vorfeld des Augusthochwassers 2002 kam es zu kurzen, aber sehr ergiebigen Starkniederschlägen, die an den kleinen Gewässern mit kleinen Einzugsgebieten (Brander Bach, Moritzbach, Planitzbach, Schnependorfer Bach, Schmelzbach) sehr schnell zu Überflutungen geführt haben. Die Überschwemmungen hatten Sturzflutcharakter. Da die Böden aufgrund von mehrmaligem Vorregen in der ersten Augustwoche bereits gesättigt waren, floss der Niederschlag unmittelbar ab. Nachdem die Sturzfluten längs der Kleingewässer abgeflossen waren, trat zusätzlich Hochwasser in der Zwickauer Mulde auf und die Unterläufe der Bäche wurden durch Rückstau zum zweiten Mal vom Hochwasser betroffen.

Bei den Unwettern des Jahres 2004 waren der Planitzbach und der Schnependorfer Bach betroffen. An beiden Gewässern kam es zu Überflutungen.

2.5 Schadensbeschreibungen

Zum Augusthochwasser 2002 und den damit verbundenen Sturzfluten in den kleinen Gewässern in Zwickau liegen der Stadt keine ausführlichen Schadensbeschreibungen vor.

Am 12. August ruft die Stadt Zwickau Hochwasseralarm aus und im Verlaufe des Vormittags nimmt der Katastrophenschutzstab der Stadt Zwickau seine Tätigkeit auf. Gegen 18 Uhr beträgt der Pegelstand der Mulde 4,36 m (Alarmstufe IV) und um 21.20 Uhr 4,44 m. Mehrere Straßen sind überflutet. Bäche treten über die Ufer. Die Pölbitzer Brücke wird gesperrt. In Crossen läuft die Mulde im Bereich der Crossener Straße (sog. „Pappelkurve“) über, in der Folge kommt es am Rückstaudeich der Zwickauer Mulde am Schnependorfer Bach zu einem Dammbbruch. In Pölbitz leckt der Muldendamm im Bereich des 04-Bades. Teile des Deiches sind abgerutscht. In der Nacht zum 13. August kommt es zu Überschwemmungen im Gebiet von Pölbitzer Straße, Brückenstraße und Angerstraße. Im Bereich der Bockwaer Senke sind Evakuierungen notwendig. Die B 93 wird zwischen Mauritiusbrücke und Breithauptstraße gesperrt, da der Damm an der Glück-Auf-Brücke stark durchweicht ist. Für die Innenstadt besteht akute Überflutungsgefahr. Vorkehrungen dagegen werden getroffen. Die Bevölkerung, Händler, Gewerbebetriebe usw. von Crossen, Schlunzig sowie der Innenstadt werden über Lautsprecherwagen aufgefordert, Vorsorge für Sicherung und Abtransport von Fahrzeugen aus Tiefgaragen zu treffen, Wertgegenstände in höhere Geschosse zu transportieren u.v.a.m.

Ab Mittag des 13. August sinkt der Pegel der Mulde allmählich. Bis zum 14. August entspannt sich die Lage langsam. Während des Hochwassers sind rund 300 Einsatzkräfte von Feuerwehr und Technischem Hilfswerk sowie viele Freiwillige im Einsatz. Mehr als 90.000 Sandsäcke werden gefüllt.

2.5.1 Personenschäden

Es sind keine Personenschäden bekannt.

2.5.2 Gebäude

Der Starkregen vom 08.07.2004 überflutete viele Keller und Tiefgaragen.

2.5.3 Infrastruktur

Es kam zu Schäden am Muldendamm, der Muldenpromenade, an Friedhöfen und Wegen infolge des Unwetters vom 10.08.2002. Am 08.07.2004 wurden mehrere Straßen überschwemmt.

2.6 Schadenshöhe, -kosten

Die Schäden der Privathaushalte wurden den Versicherungen gemeldet, die Stadtverwaltung sammelte Beschwerden der betroffenen Bürger. Eine Zusammenfassung aller Schäden liegt nicht vor, lediglich die Schäden an Gewässern 1. Ordnung und 2. Ordnung mit deren Beseitigung die LTV beauftragt wurde; diese Daten wurden für die vorliegende Fallstudie nicht aufbereitet.

3 Hochwasserbewältigung: Beschreibung der Handlungsabläufe und Maßnahmen

3.1 Zuständigkeiten, Koordination, Zusammenarbeit und Information

Während des Hochwassers im August 2002 wurde von der Stadt ein Katastrophenschutzstab eingerichtet. Er setzte sich zusammen aus Mitarbeitern des Amtes für Brand- und Katastrophenschutz, des Rettungsdienstes, des Umweltamtes, des Straßenverkehrsamtes, des Tiefbauamtes, des Pressebüros und weiterer Ämter.

3.2 Abwehr der Hochwasserwirkungen und schadensmindernde Maßnahmen

Die Integrierte Leitstelle als Kopf des Einsatzmanagements hat Zugriff auf das „Feuerwehr-Informationssystem“ FeWIS. Bei einer Unwetterwarnung werden die Gewässer und besonders die dokumentierten Gefahrenstellen kontrolliert und ggf. geräumt, sofern die Warnfrist ausreichend Zeit lässt. Bei Warnungen vor einem Wochenende werden die Gefahrenpunkte innerhalb der Dienstzeiten noch vor dem Wochenende durch die städtischen Ämter kontrolliert.

3.3 Schadensbehebung

Das Sozialamt und das Wohnungsbauamt sammeln Meldungen der Privathaushalte über persönliche Hochwasserschäden. Allgemeine Meldungen über Schäden an Gebäuden, Verkehrsflächen, Gewässern und Grünflächen konnten auf freiwilliger Basis unter einer zentralen Rufnummer angegeben werden.

Schadensmeldungen am Kanalsystem und der öffentlichen Infrastruktur (wie Kindergärten oder Kläranlagen) gingen beim Bauamt bzw. Tiefbauamt und den Wasserwerken ein bzw. wurden von diesen selbst erhoben.

4 Kommunale Risikoanalyse

4.1 Überflutungsgefährdung und Risiko

Eine Hochwassergefahr kann in Zwickau durch folgende Ereignisse verursacht werden:

- Hochwasser der Zwickauer Mulde

- Rückstau von der Zwickauer Mulde in die unteren Gewässerbereiche 2. Ordnung
- starkregenbedingte Sturzfluten an Gewässern 2. Ordnung und im Kanalsystem

Die Gefahrenstellen, die bei Hochwasser Menschen und Infrastruktur gefährden, sind den für den Hochwasserschutz Verantwortlichen bekannt. Die Abflussengpässe im Gewässer- und Kanalsystem sind in Karten eingezeichnet.

Die Deiche am Planitzbach bieten heute keinen hinreichenden Schutz vor einem Hochwasser. Insbesondere fehlen auch für ein Hochwasser, bei welchem der Planitzbach über die Ufer tritt, natürliche Rückhalteflächen entlang des Gewässers.

Die Überflutungsgefahr durch Sturzfluten und Hochwasser wird in Zwickau sehr ernst genommen. Das Hochwasser vom August 2002 hat zu einer entsprechenden Bewusstseinsbildung in Bevölkerung und Politik geführt. Kleinere Ereignisse des Jahres 2004 haben gezeigt, dass sich Überflutungen in den bereits 2002 betroffenen Bereichen im Kanalsystem und an den Gewässern 2. Ordnung jederzeit wiederholen können. Die bekannten Schwachstellen werden immer wieder kontrolliert und überwacht. Vereinzelt sind bereits Maßnahmen zur Entschärfung der Hochwassergefahr umgesetzt worden.

Allerdings können nicht alle Gefahrenbereiche beseitigt werden. Vielfach handelt es sich um „Bausünden“ der Vergangenheit und es fehlen heute die Möglichkeiten, diese zu beseitigen. Kleine Durchlässe, hohe Versiegelungsgrade und die Bebauung der Einzugsgebiete gerade im Bereich der Oberläufe der Gewässer verschärfen die Abflussspitzen. Potenziell mögliche Maßnahmen würden möglicherweise lokal den Gefährdungsgrad reduzieren, für die Unterlieger könnte sich die Situation aber ggf. verschärfen. Nach Ansicht der UWB würden die Probleme „nach unten“ in dichter bebaute Siedlungsbereiche getragen werden.

Die Wirkung des Kanalsanierungsprogramms wird als positiv eingeschätzt. Bei Um- und Neubauten wird darauf geachtet, dass die hydraulische Belastung der Gewässer nicht erhöht, sondern nach Möglichkeit vermindert wird.



Abbildung 4-1: Breithauptstraße und Planitzer Straße (Planitzbach) Ereignis 22.5.2007; Quelle: Untere Wasserbehörde Zwickau, Aufnahme vom 22.05.2007

4.2 Kommunale Risikoanalysen für Sturzfluten und Hochwasser

Überschwemmungsgebiete

Für die Zwickauer Mulde als Gewässer 1. Ordnung und einige Gewässer 2. Ordnung bestehen gesetzlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete. Bis Ende 2007 sollen für 30 bis 40% aller Kleingewässer Niederschlag-Abfluss-Modelle aufgestellt und die Überschwemmungsgebiete berechnet werden. Für den Großteil der restlichen Gewässer 2. Ordnung besteht keine Frist für die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten.

Die Überschwemmungsgebiete der Zwickauer Mulde wurden für ein hundertjähriges Hochwasser ermittelt und festgesetzt. Die Karten der Überschwemmungsgebiete stehen im Internet der Öffentlichkeit allgemein zur Verfügung (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive_karten_10950.html) bzw. können bei der zuständigen Behörde eingesehen werden (vgl. Abbildung 4-2). Darüber hinaus liegen spezifische Informationen im Intranet der Stadtverwaltung Zwickau vor und sind den Vertretern der Stadtverwaltung zugänglich.

Nach dem Hochwasser von 2002 wurden in Sachsen für die Gewässer I. Ordnung Hochwasserschutzkonzepte erstellt. Bestandteile der Hochwasserschutzkonzepte sind die Ermittlung der Überschwemmungsgebiete und das Erstellen von Gefahrenkarten.

Gefährdungskarten

Neben den Überschwemmungsgebieten wurden in Sachsen Hochwassergefährdungskarten erstellt. Diese Karten enthalten keine verbindlichen Regelungen für die Nutzungen in den dargestellten Gebieten. Die Gefährdungskarten stellen die Gefahren bei einer Überflutung anhand der Hochwasserausbreitung, der Fließgeschwindigkeit und der Wassertiefe für verschiedene Hochwasserabflüsse dar. In der Abbildung 4-3 sind Überflutungsgebiete bei einem Extremhochwasser, das statistisch gesehen alle 300 Jahre auftritt, dargestellt. Die Intensitäten der Gefahr sind in Abhängigkeit von der Ausprägung der Intensitätsparameter in drei Stufen eingeteilt.

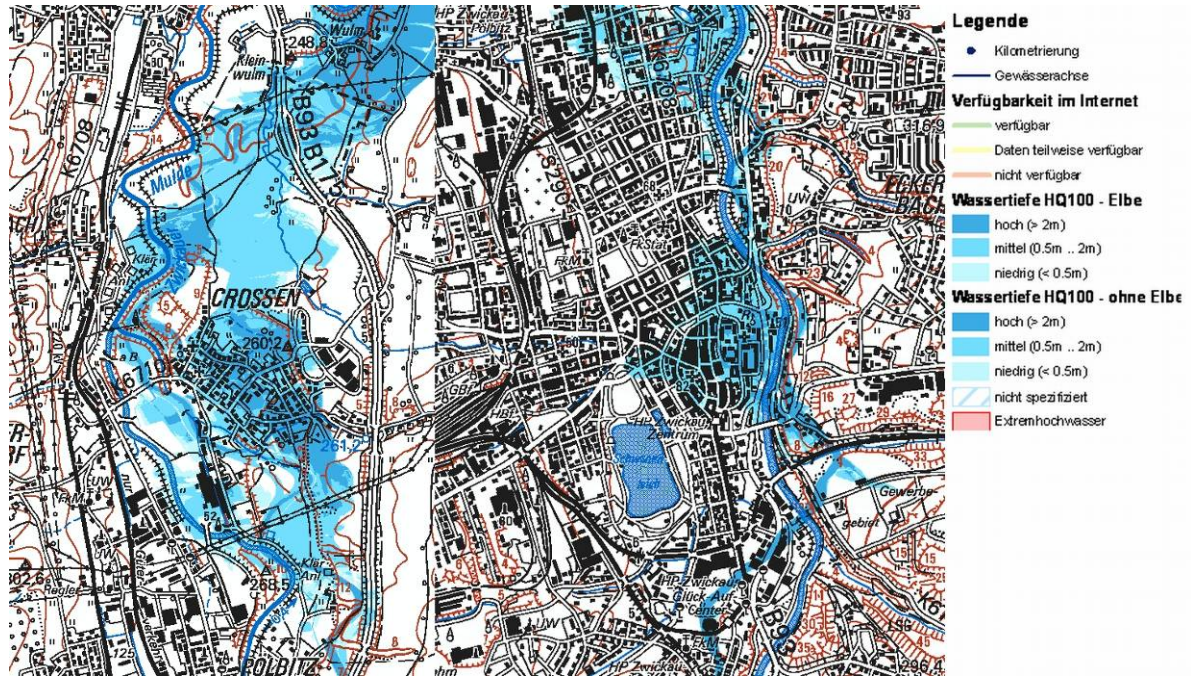


Abbildung 4-2: Überschwemmungsgebiete bei einem HQ₁₀₀ im nördlichen (links) und südlichen Stadtgebiet; Quelle: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

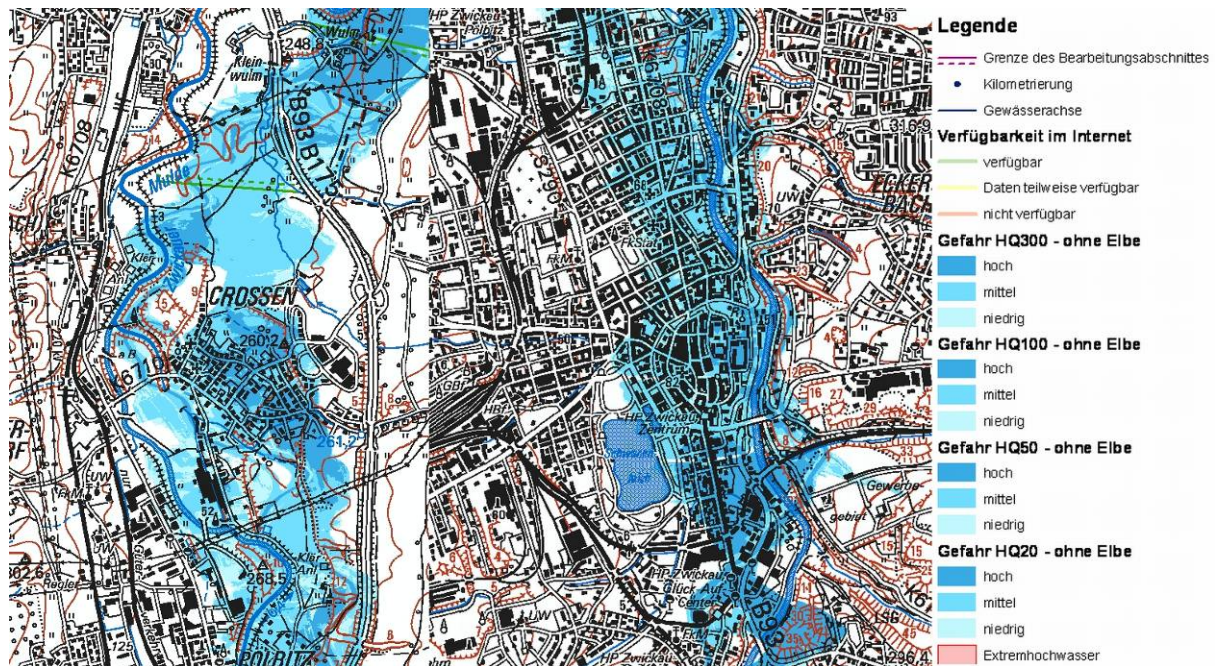


Abbildung 4-3: Hochwassergefährdungskarte für das Stadtgebiet Zwickau für HQ₃₀₀; Quelle: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Hochwasserentstehungsgebiete

Neben der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten an Gewässern steht im Freistaat Sachsen die Schutzkategorie der Hochwasserentstehungsgebiete gemäß § 100b Sächsisches WG, die durch die Höhere Wasserbehörde bei den Regierungspräsidien festgesetzt werden können. In den Hochwasserentstehungsgebieten stehen bestimmte Bauvorhaben und Planungsvorhaben unter Genehmigungsvorbehalt. Dass solche Gebiete in Zwickau festgesetzt werden, ist für das Gebiet der Stadt Zwickau eher nicht zu erwarten.

Gewässer II. Ordnung

Von 40 größeren Gewässern 2. Ordnung treten bei acht Gewässern nach Aussagen der städtischen Vertreter nach (Stark-) Regenereignissen immer wieder „Probleme“ auf. Bekannte Schwachstellen an und in Gewässern konnten allerdings aufgrund von verschiedenen Restriktionen noch nicht (vollständig) beseitigt werden. In den letzten zehn Jahren wurde beobachtet, dass sich der räumliche Schwerpunkt von Überflutungen längs der Kleingewässer vom östlichen auf das westliche Stadtgebiet verlagert hat; die Ursachen hierfür sind nicht bekannt.

Folgende Gewässer sind immer wieder von Überflutungen betroffen: Brander Bach, Eckersbacher Bach, Marienthaler Bach, Mittelgrundbach, Moritzbach, Planitzbach, Schmelzbach und Schnependorfer Bach.

Das Tiefbauamt, die untere Wasserbehörde und die Arbeitsgruppe Hochwasser der Berufsfeuerwehr kooperieren gut zusammen und liefern sich gegenseitig Informationen, die zur Identifizierung der Schwachstellen geführt haben. Dies ist insbesondere ein Schwerpunkt der regelmäßig in Verantwortung der unteren Wasserbehörde gemäß § 98 SächsWG organisierten und durchgeführten Gewässerschauen an den Gewässern 1. und 2. Ordnung im Stadtgebiet.

Die bekannten Schwachstellen im Entwässerungssystem an Gewässern 1. und 2. Ordnung liegen als Karten und Erläuterungstabellen vor (Hochwasseralarm- und Einsatzplan). Weiterhin werden aktuelle Baustellen an Gewässern erfasst (Verpflichtung zur Erstellung von Hochwassermaßnahmeplänen in den wasserrechtlichen Zulassungsbescheiden). Bei einer Unwetterwarnung werden diese Stellen federführend durch die Feuerwehr vom Tiefbauamt (Bauhof) entsprechend dem Einsatzplan angefahren und kontrolliert.

Berechnung mit SAGA

Für alle untersuchten Fallstudien sind GIS-basierte Abflussberechnungen mit dem Programm SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) durchgeführt worden. Die Berechnungen mit SAGA basieren auf einem Geländemodell im 25-Meter-Raster (DGM 25), den CORINE Landnutzungsdaten (Rauheiten, Curve-Faktor) und einem vereinfachten Blockniederschlag in Höhe von 50 mm. Der Vorteil der Sturzflutenberechnung mit SAGA liegt in der Einfachheit der Modellerstellung und Berechnung. Durch die einfachen/groben Modelldaten sind der Genauigkeit der Ergebnisse jedoch Grenzen gesetzt.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über das mit SAGA berechnete Gebiet und einen Ausschnitt im Bereich der Stadt Zwickau.

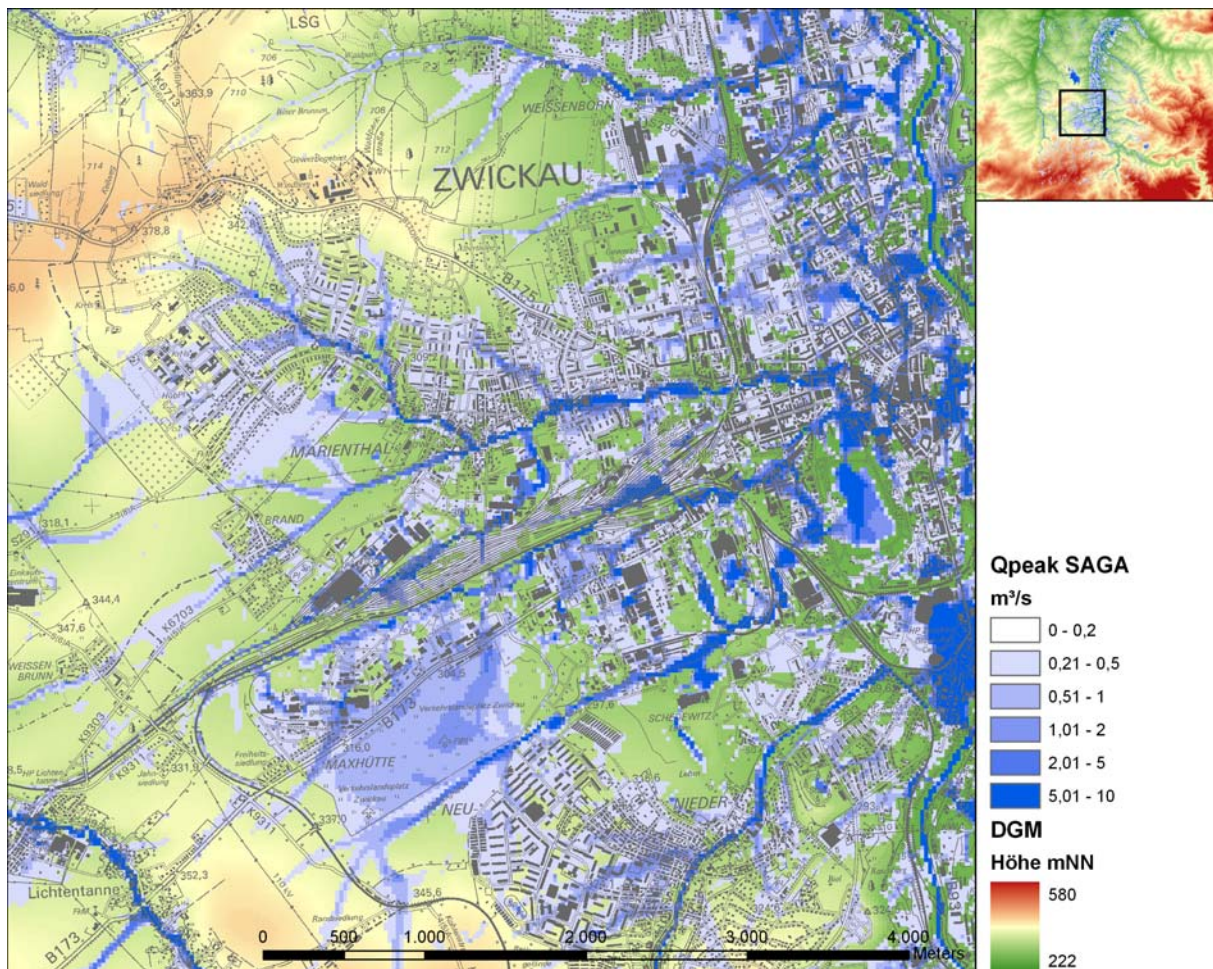


Abbildung 4-4: Mit SAGA berechnete Abflüsse/Fließwege für das Ereignis am 10.8.2002; Quelle: Hydrotec

5 Vorsorgemaßnahmen

Nach den Hochwasserereignissen 2002 wurde eine Analyse als Grundlage zu einer Hochwasserschutzkonzeption erarbeitet, die verwaltungsseitig zur Steuerung der diesbezüglichen Aktivitäten genutzt wird. Diese Konzeption wurde zunächst nicht im Rat oder anderweitig öffentlich behandelt.

5.1 Flächenvorsorge

Unter „Maßnahmen der Flächenvorsorge“ werden das Freihalten und die Sicherung überflutungsgefährdeter Flächen, Freihalten bedeutender Abflusswege (außerhalb der Gewässer) sowie die Ausweisung von Ableitungs- und Rückhalteflächen verstanden.

In Zwickau sind längs der Zwickauer Mulde sowie für einige Gewässer 2. Ordnung Überschwemmungsgebiete festgesetzt bzw. befinden sich in der Erarbeitungsphase (bspw. Schneppendorfer Bach, Auerbacher Bach (vgl. Abbildung 5-1)). Überschwemmungsgebiete sind neben den formal beschlossenen und festgesetzten Überschwemmungsgebieten gemäß Sächsischem WG auch die Gebiete, die von einem 100-jährlichen Hochwasserereignis überflutet werden und die in den Arbeitskarten der Wasserbehörden eingetragen sind.

Überdies sind auch die übrigen Gebiete längs der Gewässer, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden, bis 2012 gemäß § 100 (4) Sächsisches WG vor der Inanspruchnahme geschützt.

Grundsätzlich besteht in Zwickau (wie in fast allen Städten der Bundesrepublik) ein grundsätzlicher Zielkonflikt zwischen der Bauverwaltung und den für den Hochwasserschutz zuständigen Behörden: Während die Wasserbehörde nach Möglichkeit die rückhalte- und abflussrelevanten Flächen vor einer Inanspruchnahme bewahren möchte, möchte die Bauverwaltung nach Möglichkeit die beantragten Bauvorhaben genehmigen und so zur kommunalen Wirtschafts- und Strukturförderung beitragen.

Bei der Festsetzung von Überflutungsflächen im Bereich von Grünflächen entsteht regelmäßig ein Diskussionsprozess zwischen der Unteren Wasserbehörde und dem Garten- und Friedhofsamt auf, da das Wasser der Bäche teilweise stark verschmutzt und chemisch belastet ist und bei Überflutungen die Grünflächen geschädigt werden (können).

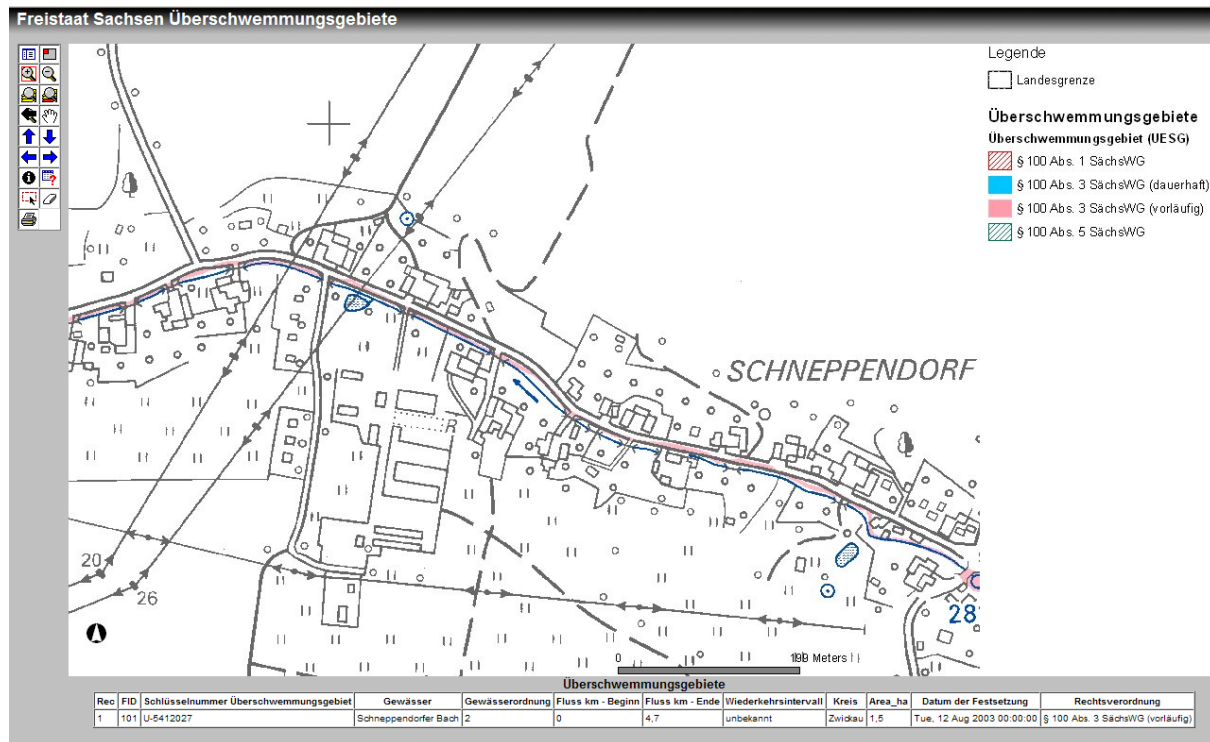


Abbildung 5-1: Kartenviewer mit Überschwemmungsgebiet am Schneppendorfer Bach; Quelle: http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/infosysteme/arcims/website/hwsk_ueberschwemmung/viewer.htm

5.2 Nicht-technische abflussmindernde Maßnahmen

Nicht-technische Maßnahmen zur Abflussminderung außerhalb der geschlossenen Bebauung können beispielsweise die Aufforstung von Flächen, die Schaffung natürlicher Rückhalteflächen oder eine veränderte Bearbeitung von landwirtschaftlichen Flächen umfassen; innerhalb der Siedlungsbereiche sind dies beispielsweise Maßnahmen zur Entsiegelung, zur Regenwasserversickerung und zum Regenwasserrückhalt.

Die Gewässer 2. Ordnung sind im städtischen Gebiet stark verbaut, begradigt und kanalisiert. Vielfach fehlen den Gewässern natürliche Retentionsräume, die Abflussspitzen reduzieren könnten. Laut Aussagen des TB und der UWB sind der schlechte Zustand der Gewässer und die Gewässerstrukturgüte für die Hochwasserproblematik mitverantwortlich. Hohe Versiegelungsgrade in den Einzugsgebieten führen zu kurzen Reaktions-

zeiten bei Starkregenereignissen und der hohe Versiegelungsgrad im Stadtgebiet wirkt bei Stark- und Dauerregen Abfluss verschärfend. Der in den 1990er Jahren eingesetzte Bauboom verbunden mit der wirtschaftlichen Entwicklung berücksichtigte nur unzureichend den Hochwasserschutz. Besonders problematisch sind die großen Stellplätze und Betriebsflächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie vor großen Geschäftszentren.

Aufforstungsmaßnahmen sind nicht geplant; hierfür stehen (derzeit und absehbar) keine Flächen zur Verfügung.

Vorhandene (Auen-)Wälder sollen gepflegt und erhalten werden. Waldflächen verzögern durch Interzeption und Versickerung den Oberflächenabfluss bzw. transformieren ihn in Zwischen- und Grundwasserabfluss. Sie wirken somit abflussverzögernd. Allerdings konnten nach Beobachtungen die Waldflächen am Oberlauf des Schnependorfer Bachs bei mehreren Ereignissen den Oberflächenabfluss augenscheinlich nicht wesentlich zurückhalten.

Versickerung, Regenwasserrückhaltung und -nutzung

Sofern möglich wird in Bebauungsplänen und in Baugenehmigungsverfahren die Niederschlagsversickerung festgesetzt. Aufgrund der Bodeneigenschaften (vielfach lehmige Böden bzw. großflächig vorhandene Auffüllungen, Altlasten, Altbergbauhinterlassenschaften) und dem teilweise hoch anstehenden Grundwasser (etwa 3 m unter GOK) sind die Möglichkeiten hierfür allerdings eingeschränkt. Alternativ wird der Einbau von Regenwasserzisternen gefordert.

Gefordert wird bspw. in Baugenehmigungsverfahren die Verwendung von wasserdurchlässigen Baustoffen beim Bau von Stellplätzen. Im Rahmen von wasserrechtlichen Verfahren zur Einleitung von Niederschlagswasser in Gewässer wird regelmäßig darauf orientiert, dass die Einleitmenge maximal dem Maß vor der Bebauung entspricht (ggf. Forderung versickerungsfähige Gestaltung und/oder technischer Rückhalteeinrichtungen wie Regenrückhaltebecken oder Stauraumkanäle). Die Wasserwerke fördern die Verwendung von wasserdurchlässigen Baustoffen (z.B. Rasengittersteinen) auf Stellplätzen und bieten im Gegenzug die Reduzierung der Abwassergebühren in Abhängigkeit von der Wasserdurchlässigkeit der Oberflächenbelege an. Nach Ansicht der UWB stellen die Abwassergebühren allerdings (noch) keinen ausreichenden Anreiz für die Verwendung wasserdurchlässiger Baustoffe dar. Künftig sollten solche Maßnahmen durch finanzielle Anreize noch attraktiver gemacht werden.

Der Bau und die Nutzung von Regenwasserzisternen zum Auffangen von Niederschlagswasser werden von der Stadt Zwickau ausdrücklich unterstützt.

5.3 Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Abflussminderung und zur Verbesserung der Abflussleistung von Gewässern umfassen den Bau von Rückhaltebecken an Gewässern und im Kanalnetz, Gewässerausbau und -unterhaltung, insbesondere die Beseitigung von Abflussengpässen und kritischen Bauwerken im Gewässer und im Kanalnetz.

Am Marienthaler Bach soll durch Kombination mehrerer Regenrückhaltebecken ein Retentionsvolumen von etwa 30.000 m³ geschaffen werden. Für eine Rückhaltung eines 100-jährlichen Ereignisses wäre allerdings ein Retentionsvolumen von 60.000 m³ erforderlich, das aufgrund von vorhandenen räumlichen Restriktionen nicht umgesetzt werden kann.

Niederschlagswasser darf gemäß Sächsischem WG ohne Erlaubnis in die Gewässer eingeleitet werden, sofern die Einleitungen nicht von gewerblich genutzten Grundstücken und nicht aus Gemeinschaftsanlagen erfolgen und wasserwirtschaftlich als unbedenklich eingestuft werden (§ 34 Abs. 1 SächsWG). Nach Auffassung der UWB zeigen die vielfach an den Gewässern aufgetretenen hochwasserbedingten Schäden, dass diese Einleitungen häufig nicht unbedenklich sind und aus diesem Grund auch untersagt werden.

Auf dem Gebiet der Gewässerunterhaltung werden nach Aussage der Akteure die unter Berücksichtigung der spezifischen personellen und finanziellen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Vorsorge bereits getroffen.

In einigen Fällen sind in den letzten Jahren Gebäude errichtet worden, die bei extremen Niederschlagsereignissen den Gewässerabfluss behindern und so zu Rückstau, Ausuferungen und Überschwemmungen beitragen. Diese Genehmigungen sind nach Aussage der UWB vor allem in der Phase der wirtschaftlichen Aufbruchstimmung zu Beginn der 1990er Jahre erteilt worden.

Auf der anderen Seite konnte durch ein realisiertes Bauvorhaben die Überflutungsgefahr für die darunter liegenden Bereiche gemindert werden (Beispiel: Speicher Marienthal am Marienthaler Bach).

06.09.06



Abbildung 5-2: Speicher Marienthal am Marienthaler Bach; Quelle: Untere Wasserbehörde, Aufnahme vom 6.9.2006

5.4 Bauvorsorge

Maßnahmen der Bauvorsorge umfassen schadensmindernde vorbeugende Maßnahmen an gefährdeten Objekten, wie feste und mobile Schutzeinrichtungen und Rückstauklappen.

Informationen über Schutzmöglichkeiten gegen Rückstau und Hochwasser liegen vor. Eine Broschüre zur Unterhaltung von Gewässern 2. Ordnung weist u.a. auf die Notwendigkeit der Reinhaltung der Gewässer als Schutzmaßnahme vor Verklausungen und Verstopfungen hin.

Hinweise auf den obligatorischen Einbau von Rückstauklappen sind in der Satzung der Wasserwerke Zwickau enthalten.

5.5 Risikovorsorge

Unter Maßnahmen der Risikovorsorge wird eine finanzielle Vorsorge für den Fall, dass trotz Vorsorge ein Hochwasserschaden eintritt, verstanden. Typischerweise sind dies Versicherungslösungen.

Zu diesem Handlungsbereich liegen keine Informationen vor.

5.6 Informationsvorsorge

Maßnahmen der Informationsvorsorge umfassen die Beratung und Information für die Betroffenen, beispielsweise die Veröffentlichung von Risikokarten und die Verbreitung von Informationsmaterial.

Auf den Seiten des Landesamtes für Umwelt und Geologie (LFUG) sind unter der Rubrik Landeshochwasserzentrum zahlreiche Karten zum Thema Hochwasser veröffentlicht. Entsprechende Karten für Zwickau werden in Kap. 4 vorgestellt.

Die Hochwassergefahr, die von der Zwickauer Mulde ausgeht, ist bekannt. Hier wurden entsprechende vorbeugende Maßnahmen getroffen.

Die Vertreter der Stadt Zwickau möchten zukünftig Politik und Öffentlichkeit stärker für die Gefährdung durch Sturzfluten längs der kleinen Gewässer 2. Ordnung sensibilisieren.

In diesem Zusammenhang ist nochmals auf die vorliegenden Gefahrenkarten, Überschwemmungsgebiete, Alarm- und Einsatzpläne sowie die Festsetzungen im Entwurf des Flächennutzungsplanes der Stadt Zwickau zu verweisen.

5.7 Verhaltensvorsorge

Verhaltensvorsorge umfasst die Warnung vor Hochwasser und die Umsetzung in konkretes Handeln. Dazu zählen auch Trainings und Übungen, bei denen diese Handlungsabläufe außerhalb von Hochwasserzeiten eingeübt werden.

Für die Gewässer 1. und 2. Ordnung in Zwickau liegen Einsatzpläne vor. Im Fall einer Unwetterwarnung oder bei einem Alarm werden die Feuerwehr, das Tiefbauamt, das Umweltamt mit der Unteren Wasserbehörde und die Wasserwerke benachrichtigt.

Bei Unwettern mit weitreichenden Folgen werden, falls ihre Zuständigkeitsbereiche tangiert werden, auch andere Ämter alarmiert. Zuletzt werden auch die Bürger (nur bei Katastrophenalarm) benachrichtigt. Die Warnungen gehen von der Integrierten Leitstelle bei der Feuerwehr aus.

Zur Regelung von Alarmwegen und Einsätzen im Fall von Hochwasser verfügt die Stadt Zwickau seit etwa Mai 2006 über eine Wasserwehrsatzung.

Die kritischen Punkte im Gewässernetz (bspw. Engstellen, Einlässe, Brückenbauwerke etc.) sind bekannt und in einem Geographischen Informationssystem verortet. Diese Punkte werden nach Eingang von Unwetterwarnungen kontrolliert und ggf. geräumt.

Wasserwehrdienst

Die zuständigen Akteure der Stadt Zwickau sind durch die Wasserwehrsatzung § 1 Abs. 2 und das Sächsische Wassergesetz § 101 dazu verpflichtet, Gefahren durch Hochwasser abzuwehren. Zur Pflichterfüllung hat sich die Stadt Zwickau in der Wasserwehrsatzung vom 02.06.2005 zur Einrichtung einer Wasserwehr verpflichtet. Darin ist der Bürgermeister aufgerufen, den Einsatzfall für den Wasserwehrdienst auszurufen. Er kann die Einsatzleitung selbst übernehmen oder auf eine dritte Person übertragen. Die Wasserwehr soll entsprechende Maßnahmen in die Wege leiten, wenn für die öffentliche Sicherheit eine Gefahr durch Hochwasser vorliegt und wenn die öffentliche Sicherheit bereits gestört wurde. Die Wasserwehr kann durch Einsatzkräfte der beruflichen und freiwilligen Feuerwehren sowie durch die Mitarbeiter der Stadtverwaltung (Tiefbauamt, Stadtwerke etc.), Einwohner, Grundstücksbesitzer und Gewerbetreibende verstärkt werden.

Aufgaben des Wasserwehrdienstes

Für das Flussgebiet der Zwickauer Mulde und ihrer Nebenflüsse sind beim Erreichen der Richtwerte am Hochwassermeldepegel Zwickau-Pöblitz und Aue 3 die Alarmstufen auszurufen. Damit werden automatisch folgende Aktivitäten erforderlichlich:

- Alarmstufe I:
 - Analyse der meteorologischen und hydrologischen Situation, Beurteilung der Entwicklung
 - Prüfung der Informations- und Meldewege sowie der technischen Einsatzbereitschaft
- Alarmstufe II:
 - Kontrolle der Gewässer, Hochwasserschutzanlagen, Bauwerke und Ausuferungsgebiete, Weiterleitung der Informationen
 - Herstellung der Arbeitsbereitschaft und Überprüfung der Einsatzbereitschaft, Alarmierung der zuständigen Einsatzkräfte, Durchführung von ersten Hochwasserabwehrmaßnahmen, Beseitigung von Abflusshindernissen
- Alarmstufe III: Vorbereitung der aktiven Hochwasserbekämpfung durch
 - ständigen Wachdienst auf den Deichen
 - Vorbeugemaßnahmen an Gefahrenstellen, Beseitigung örtlicher Gefährdungen und Schäden
 - Einrichtung von Einsatzstäben, Sicherung der Kommunikation
 - Anforderung, Bereitstellung und Vorbereitung weiterer Einsatzkräfte zur aktiven Hochwasserabwehr
- Alarmstufe IV:
 - Aktive Bekämpfung von Gefahren für Leben und Sachwerte
 - Beseitigung von Schäden

6 Quellen

6.1 Interviewdaten

Ort (inkl. PLZ)	Zwickau (PLZ 08056)
Datum	25.07.2006
Termin	Umweltamt, Stadt Zwickau

InterviewpartnerInnen	Amt/ Organisation	Funktion	Tel. / E-Mail
Herr Buchhold	Untere Wasserbehörde - Hochwasserschutz / Überschwemmungs- gebiete	Leiter	
Herr Streng	Untere Wasserbehörde	Stellvertreter	
Frau Kschadow	Tiefbauamt, SG Was- serwirtschaft	Leiterin	
Arthur Kubik	Hydrotec Aachen	Projektbearbeiter	mail@hydrotec.de
Stefan Frerichs	BKR Aachen / FH Aachen	Projektbearbeiter	bkr-ac@westend.de frerichs@fh-aachen.de

6.2 Hinweise auf weitere Kontaktpersonen, Materialien

- Wasserwerke Zwickau GmbH: Erlmühlenstraße 15, 08066 Zwickau, Telefon: 0375-5330, Telefax: 0375-533291, E-Mail: info@wzwwickau.de, Ansprechpartner Frau Dr. von Fircks.

6.3 Verwendete Daten

Interaktive Karten unter:

http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive_karten_11169.html

6.4 Literatur und Internetquellen

- Bartels, H; Dietzer, B.; Malitz, G.; Albrecht, F. & J. Guttenberger (2005): KOSTRA DWD 2000: Starkniederschlagshöhen für Deutschland 1951-2000.
- BASIS DLM
- BLITZSCHUTZ ONLINE, abrufbar unter: <http://blitzschutz.com> (Stand 30.05.2006)
- CORINE Land Cover
- DGM-Deutschland
- FREIWILLIGE FEUERWEHR RABENSTEIN: Abrufbar unter: <http://www.ff-rabenstein.de> (Stand 30.05.2006)
- LFUG (2006): Landeshochwasserzentrum. Abrufbar unter: http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_hwz.html (Stand: 01.08.2006)
- LFUG (2005): Klimawandel in Sachsen. Sachstand und Ausblick 2005. – Abrufbar unter: http://www.umwelt.sachsen.de/lfug/documents/Klimawandel_ges.pdf (Stand 30.05.2006)
- N24, Abrufbar unter <http://www.n24.de>, (Stand 30.05.2006)
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM CHEMNITZ – UMWELTFACHBEREICH (2005): Merkblatt zu den Anforderungen an den Inhalt von Anträgen zur dezentralen Abwasserbeseitigung durch Versickerung von vorgereinigtem häuslichem Abwasser und Hinweise zur Erstellung der Antragsunterlagen.

- STADT ZWICKAU: Aktuelle Informationen zur Hochwasserlage in der Stadt Zwickau 2002. Abrufbar unter (Stand: 01.08.2006): http://www.zwickau.de/aktuell/nachrichten/rathaus/archiv/2003/hochwasser_2002_rueckblick/seite1.htm
- WASSERWERKE ZWICKAU GMBH, abrufbar unter: <http://wwzwickau.de/> (Stand 29.05.2006)
- WETTERZENTRALE (2005): Abrufbar unter: <http://www.wetter-zentrale.de/cgi-bin/webbbs/wzconfig1.pl?noframes;read=288>
- WIKIPEDIA: Abrufbar unter: <http://www.wikipedia.de> (Stand 26.05.2006)
- <http://www.derzwickauer.de/hochwasser.html>
- <http://www.derzwickauer.de/hochwasserinfo.html>

Abkürzungen

- BKR: BKR Aachen Castro + Hinzen Stadt- und Umweltplanung
- FH Aachen: Fachhochschule Aachen
- GOK: Geländeoberkante
- RÜB: Regenüberlaufbecken
- RRB: Regenrückhaltebecken
- RZV: Regional-Wasser / Abwasser-Zweckverband Zwickau / Werdau
- TGFA: Tiefbau-, Garten- und Friedhofsamt
- UWB: Untere Wasserbehörde
- WWZ: Wasserwerke Zwickau GmbH



F+E-Vorhaben: Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS)



Fallstudie Zwickau

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

im Auftrag des

Bundesministeriums für
Bildung und Forschung

Aachen, Dezember 2008

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Fachhochschule Aachen

Deutscher Wetterdienst

Inhaltsverzeichnis

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

1	Ereignisanalyse für die Fallstudie Zwickau	2
1.1	Warnung	2
1.2	Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen.....	2
1.2.1	Wetterlage und Ereignisbeschreibung	2
1.2.2	Radardatenanalyse.....	2
1.2.3	Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber	3
1.2.4	KOSTRA-DWD 2000	4
1.3	Analyse.....	5
1.4	Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung.....	5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	KONRAD-Tagesfile VX (links) und VX Produkt von 19:51 Uhr (rechts) des Radars Dresden.....	2
Abbildung 1-2:	Angeeichte und aufsummierte Radarbilder (Radar Dresden links, Radar Neuhaus am Rennweg rechts) für den Zeitraum (10.08.2002, 8:30 – 13.08.2002, 8:30 Uhr MESZ)	4
Abbildung 1-3:	Maximale Stundensumme (Radar Dresden links, Radar Neuhaus am Rennweg rechts) für den Zeitraum (10.08.2002, 8:30 – 13.08.2002, 8:30 Uhr MESZ)	4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Niederschlagsmengen im Raum Zwickau vom 9. bis 13. August 2002 (Tageswechsel um 7:30 Uhr)	3
Tabelle 1-2:	KOSTRA-DWD 2000-Auswertung für Zwickau	5

Bearbeitung:

Dr. Thomas Einfalt
 Markus Jessen
 Dr. Jörg Seltmann, DWD
 Andreas Wagner, DWD

Teil B: Niederschlagsuntersuchung

1 Ereignisanalyse für die Fallstudie Zwickau

1.1 Warnung

Für das Ereignis lag keine Warnung des DWD vor.

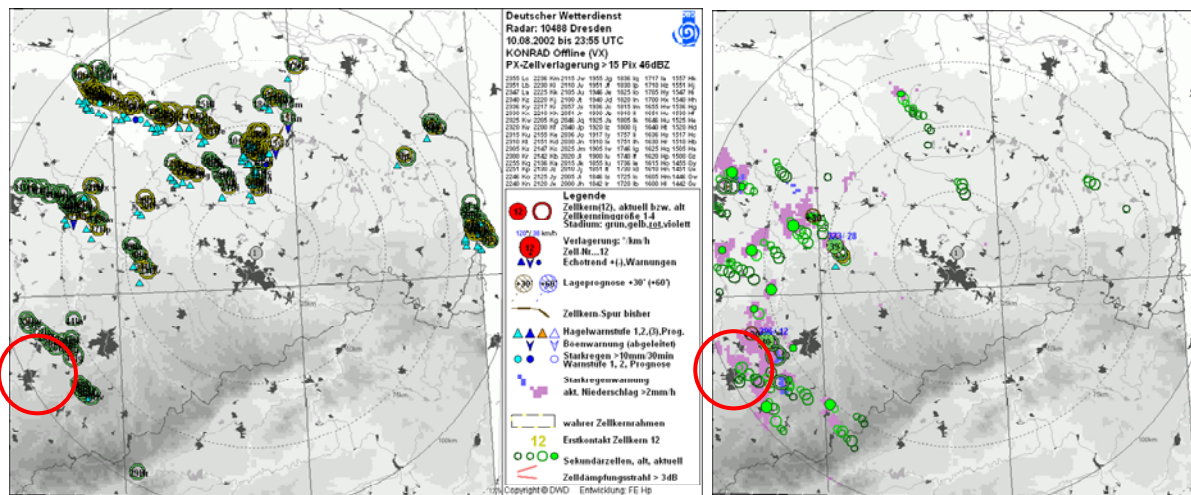


Abbildung 1-1: KONRAD-Tagesfile VX (links) und VX Produkt von 19:51 Uhr (rechts) des Radars Dresden

Das KONRAD-Tagesfile zeigt keine Primärzellen am Zwickau. Zu Starkregenwarnungen kommt es gar nicht. Lediglich mäßiger Niederschlag sowie einige Sekundärzellen häufen sich am Abend im Bereich Zwickau. Etwas östlich und nordöstlich von Zwickau kommt es dagegen in der gleichen Zeit zu vielen Starkregenwarnungen.

1.2 Niederschlag beim Ereignis: Beschreibung / Auswertungen

1.2.1 Wetterlage und Ereignisbeschreibung

Eine Okklusion des Wirbels ILSE bestimmte das Wetter am 10.08.02 in Deutschland. Seine Wetteraktivität war in der vorherigen Nacht und am Vormittag des Ereignistages eher etwas schwächer, was die Intensität des schauerartigen Regens und die Häufigkeit von Gewittern im Bereich dieser Front betrifft. Es regnete und gewitterte im Bereich der vorderen Okklusion recht ergiebig. Diese Niederschläge bildeten nach den Beobachtungen des Radarverbundes ein größeres zusammenhängendes Cluster, das sich nur wenig nach Osten ausbreitete und mit der vorderseitigen Strömung des Trog von ILSE mehr nach Nordwesten wanderte.

1.2.2 Radardatenanalyse

10.08.02

Die Nacht des 10.08.02 blieb in Zwickau trocken. Gegen Morgen zeigten sich im Süden erste leichte Niederschläge. Am Vormittag wurde das Wettergeschehen zunehmend konvektiver, besonders wenige Kilometer westlich zogen einige konvektive Zellen in nördliche Richtung. Zwickau selbst wurde jedoch erst ab 18:00 Uhr überregnet. In der Folge trafen immer wieder kleine, aber meist kräftige konvektive Zellen - von kurzen Trockenphasen unterbrochen - auf das Stadtgebiet. Ab 21:00 Uhr nahm die konvektive Tätigkeit deutlich ab und es blieb kurze Zeit trocken, ehe erneut kleine Schauerzellen mit deutlich verminderter Konvektion neuen Niederschlag brachten. Diese neuen Zellen waren zwar recht klein, jedoch auch annähernd ortsfest, sodass es bis fast Mitternacht weiter regnete.

11. + 12.08.02

Bis zum Mittag des 11.08.02 blieb es weitgehend trocken. Die Zugrichtung der sich gegen Nachmittag verstärkenden Niederschlagsfelder war Südwest. Ab 16:00 Uhr lag Zwickau im Einfluss eines größeren Niederschlagsfeldes mit mäßigen, teils kräftigen Regenschauern. Dieses Niederschlagsgebiet blieb ortsfest über Zwickau und Dresden liegen und beeinflusste mit meist mäßigen Intensitäten das Stadtgebiet von Zwickau bis zum Abend des 12.08.02. Erst in der Nacht auf den 13.08.02 nahm der Niederschlag ab. Es kam somit im Stadtbereich Zwickau zu etwa 30 Stunden Dauerniederschlag mit Intensitäten, die wohl deutlich über Landregenniveau lagen, jedoch noch nicht als stark konvektiv bezeichnet werden konnten.

13. + 14.08.02

Der Niederschlag nahm in der Nacht ab und der 13. und 14.08.02 blieb in Zwickau weitgehend trocken, allenfalls am Abend des 13.08.02 geriet das Stadtgebiet geringfügig in den Einfluss stratiformen Niederschlags.

1.2.3 Aufzeichnungen der Niederschlagsmesser und -schreiber

Die Niederschlagsmessungen im Gebiet der Stadt Zwickau und der näheren Umgebung entstammen Tageswertaufzeichnungen und kontinuierlichen Messungen des DWD. Tabelle 1-1 zeigt die vom 09.08.2002 bis 13.08.2002 aufgezeichneten Summen.

Die Radardaten der Radare Dresden und Neuhaus am Rennweg wurden ausgewertet und mit den vorhandenen Regenschreiberaufzeichnungen angeeicht. Die Radardaten wurden hierzu nicht auf Dämpfungseffekte überprüft, die bei dem Ereignis eine Rolle für die Radarmessung gespielt haben. Als Ergebnis wurde eine Tagessumme aus Radardaten erstellt und die maximale Stundensumme des Tages berechnet. Abbildung 1-2 und 1-3 zeigen die Ergebnisse. Zu beachten ist, dass während des Niederschlagsereignisses das Radar Neuhaus am Rennweg eine Lücke von 25 Minuten aufweist.

Tabelle 1-1: Niederschlagsmengen im Raum Zwickau vom 9. bis 13. August 2002
(Tageswechsel um 7:30 Uhr)

Station	Messung	09.08.2002	10.08.2002	11.08.2002	12.08.2002	13.08.2002	Summe
Carlsfeld	kontinuierlich	0,0	17,2	62,0	144,8	2,9	226,9
Altmörbitz, Talsperre Schömbach	Tageswert	0,0	18,5	25,6	39,0	1,6	84,7
Bockau	Tageswert	0,6	11,4	56,6	101,2	0,8	170,6
Eibenstock (Talsperre)	Tageswert	0,0	16,4	79,5	111,9	0,3	208,1
Falkenstein (Talsperre)	Tageswert	0,1	5,0	51,3	64,4	0,2	121,0
Flemmingen	Tageswert	0,0	29,0	25,5	51,1	1,6	107,2
Gößnitz	Tageswert	0,0	16,2	66,0	29,3	0,9	112,4
Langenhessen (Koberbachtalsperre)	Tageswert	0,0	9,5	48,4	40,4	0,5	98,8
Lichtentanne	Tageswert	0,0	10,7	79,3	47,9	1,0	138,9
Meuselwitz	Tageswert	0,0	8,8	64,6	33,6	0,1	107,1
Muldenberg (Talsperre)	Tageswert	0,3	6,8	62,2	91,6	0,1	161,0
Schöneck-Kottenheide	Tageswert	0,2	0,6	55,0	84,1	0,3	140,2
Stützengrün-Hundshübel	Tageswert	0,0	11,4	86,4	76,6	0,9	175,3
Tegkwitz	Tageswert	0,0	5,8	83,2	36,6	0,0	125,6
Tirpersdorf	Tageswert	0,0	1,1	35,5	41,5	0,1	78,2
Werda (Talsperre Geigenbach)	Tageswert	0,0	1,3	43,1	54,7	0,0	99,1

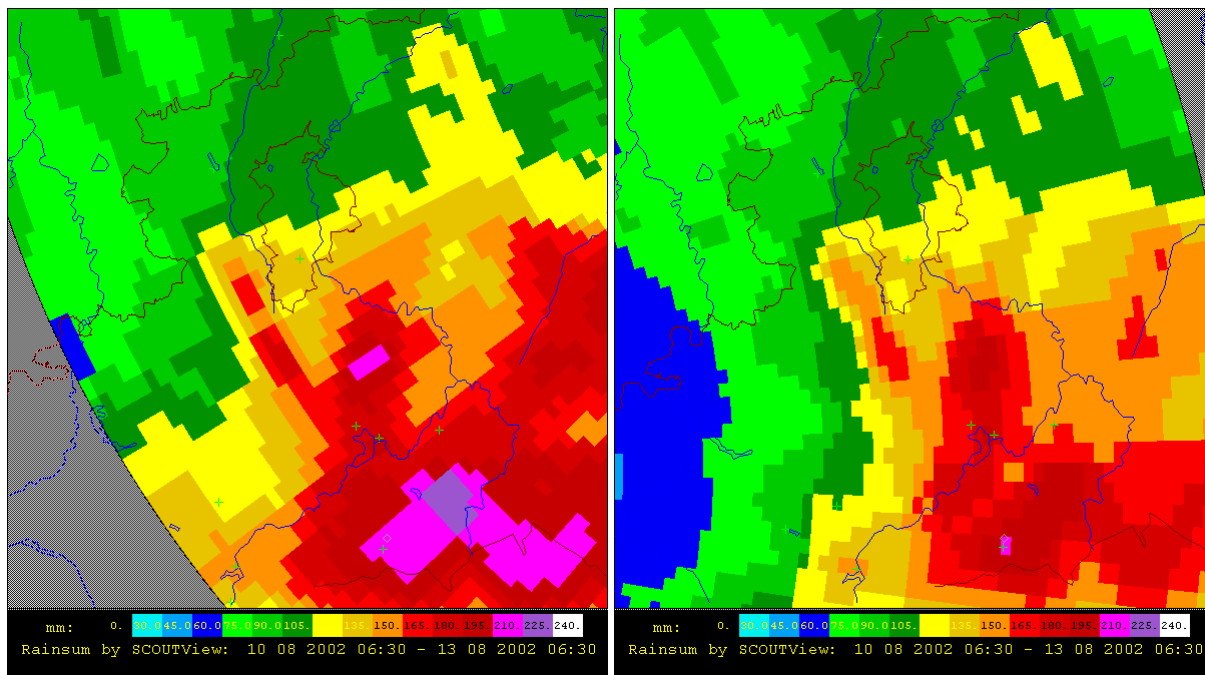


Abbildung 1-2: Angeeichte und aufsummierte Radarbilder (Radar Dresden links, Radar Neuhaus am Rennweg rechts) für den Zeitraum (10.08.2002, 8:30 – 13.08.2002, 8:30 Uhr MESZ)

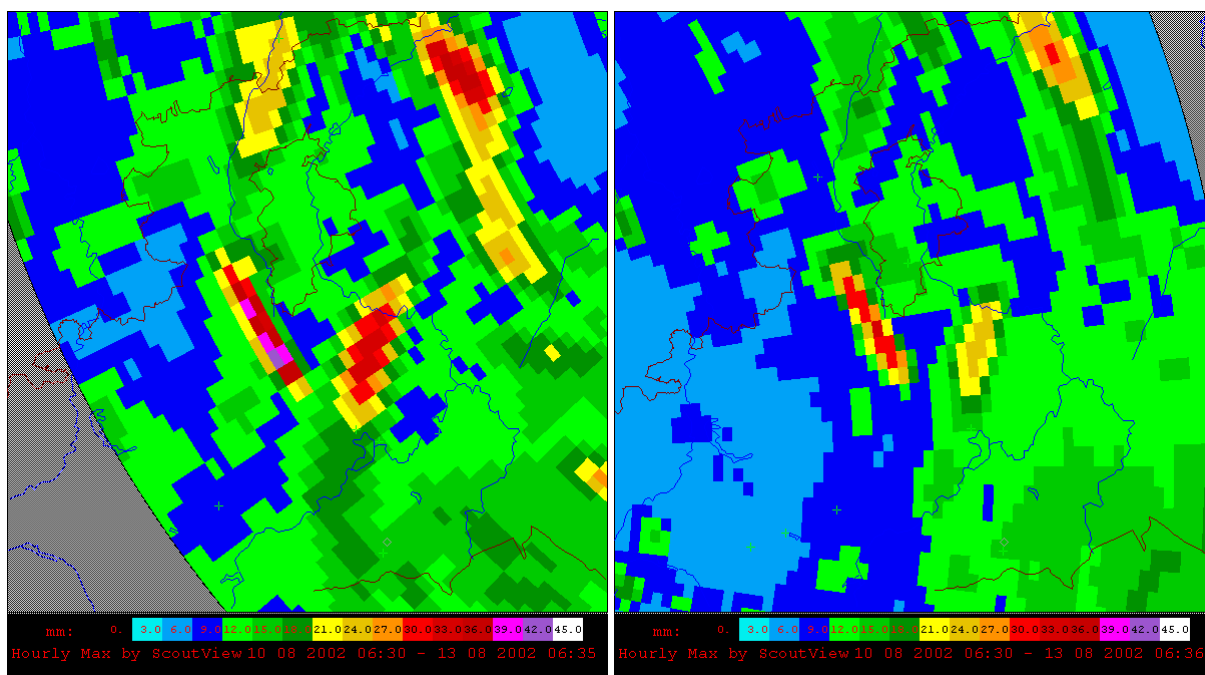



Abbildung 1-3: Maximale Stundensumme (Radar Dresden links, Radar Neuhaus am Rennweg rechts) für den Zeitraum (10.08.2002, 8:30 – 13.08.2002, 8:30 Uhr MESZ)

1.2.4 KOSTRA-DWD 2000

Die ermittelten Mengen der angeeichten Radardaten ordnen sich laut KOSTRA-DWD 2000 (Tabelle 1-2) für die 72-Stundensumme im Stadtgebiet Zwickau (ca. 142 mm) in den Bereich 50- bis 100-jährlich ein, während die maximale Stundensumme (18 mm) in der Größenordnung 1- bis 2-jährlich liegt. Südlich von Zwickau treten deutlich höhere 72-Stundensummen (maximal 210 – 230 mm) auf, diese liegen statistisch gesehen im Bereich > 100-jährlich. Südwestlich von Zwickau liegen die maximalen Stundensummen mit einer Wiederkehrzeit im Bereich 10- bis 20-jährlich.

Tabelle 1-2: KOSTRA-DWD 2000-Auswertung für Zwickau



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Zwickau
 Zeitspanne : Januar - Dezember
 Rasterfeld : Spalte: 56 Zeile: 59

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	3,7	122,7	5,8	192,1	7,8	261,5	10,6	353,2	12,7	422,6	14,8	492,0	17,5	583,8	19,6	653,2
10,0 min	6,3	105,3	9,1	151,4	11,9	197,6	15,5	258,6	18,3	304,8	21,1	351,0	24,7	412,0	27,5	458,2
15,0 min	8,0	88,6	11,3	125,0	14,5	161,4	18,9	209,5	22,1	245,8	25,4	282,2	29,7	330,3	33,0	366,7
20,0 min	9,1	75,7	12,8	106,4	16,5	137,1	21,3	177,7	25,0	208,4	28,7	239,2	33,6	279,8	37,3	310,5
30,0 min	10,4	57,8	14,8	82,0	19,1	106,2	24,9	138,2	29,2	162,4	33,6	186,6	39,3	218,6	43,7	242,8
45,0 min	11,3	42,0	16,5	61,0	21,6	80,1	28,4	105,3	33,6	124,4	38,7	143,4	45,5	168,6	50,7	187,7
60,0 min	11,7	32,5	17,5	48,6	23,3	64,7	31,0	86,0	36,8	102,1	42,5	118,2	50,2	139,5	56,0	155,6
90,0 min	13,2	24,5	19,3	35,8	25,4	47,1	33,5	62,0	39,6	73,3	45,7	84,6	53,8	99,6	59,9	110,9
2,0 h	14,4	20,0	20,7	28,8	27,0	37,6	35,4	49,2	41,8	58,0	48,1	66,8	56,5	78,4	62,8	87,2
3,0 h	16,2	15,0	22,9	21,2	29,5	27,3	38,3	35,5	45,0	41,7	51,7	47,9	60,5	56,0	67,2	62,2
4,0 h	17,6	12,2	24,5	17,0	31,4	21,8	40,6	28,2	47,5	33,0	54,4	37,8	63,6	44,2	70,5	49,0
6,0 h	19,7	9,1	27,0	12,5	34,3	15,9	44,0	20,4	51,3	23,7	58,6	27,1	68,2	31,6	75,5	35,0
9,0 h	22,2	6,8	29,8	9,2	37,5	11,6	47,7	14,7	55,4	17,1	63,1	19,5	73,2	22,6	80,9	25,0
12,0 h	24,0	5,6	32,0	7,4	40,0	9,3	50,5	11,7	58,5	13,5	66,5	15,4	77,0	17,8	85,0	19,7
18,0 h	25,3	3,9	34,8	5,4	44,2	6,8	56,7	8,7	66,1	10,2	75,6	11,7	88,1	13,6	97,5	15,0
24,0 h	26,6	3,1	37,5	4,3	48,4	5,6	62,8	7,3	73,8	8,5	84,7	9,8	99,1	11,5	110,0	12,7
48,0 h	30,7	1,8	45,0	2,6	59,3	3,4	78,2	4,5	92,5	5,4	106,8	6,2	125,7	7,3	140,0	8,1
72,0 h	39,9	1,5	55,0	2,1	70,1	2,7	89,9	3,5	105,0	4,1	120,1	4,6	139,9	5,4	155,0	6,0

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
 D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
 h - Niederschlagshöhe (in [mm])
 rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	11,25	17,50	32,00	37,50	45,00	55,00
100 a	33,00	56,00	85,00	110,00	140,00	155,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)
 bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,
 bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,
 bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.

1.3 Analyse

Anhand der ausgewerteten Radardaten lässt sich erkennen, dass südlich der Stadt Zwickau die höchsten Niederschläge gefallen sind. Dieser Bereich deckt das Einzugsgebiet der Zuflüsse zur Stadt Zwickau ab.

1.4 Schlussfolgerungen / Besonderes / Bewertung

Bei extremen und langanhaltenden Ereignissen wie dem in Zwickau sind sowohl die Messung des Niederschlages als auch seine Vorhersage schwierig, ungenau und zum Teil fehleranfällig. Deshalb ist es wichtig, möglichst viele, voneinander unabhängige Datenquellen zu nutzen und auszuwerten. Aus dem Vergleich der Radarmessungen wird deutlich, in welcher Größenordnung die Unsicherheiten in der Messung des Niederschlages liegen.