



Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Alpine Naturgefahren  
und Forstliches Ingenieurwesen

Peter Jordan Str. 82  
A-1190 WIEN

Tel.: #43-1-47654-4350  
Fax: #43-1-47654-4390



## WLS REPORT 57

# RISIKOANALYSE UND SCHUTZKONZEPT ZUR LÖSUNG DER HOCHWASSER - UND GESCHIEBEPROBLEMATIK IM EINZUGSGEBIET DES SATTELBACHES



Im Auftrag:



**Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,  
Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland**

Eine Dienststelle des BMLFUW   
*Das Lebensministerium*

Projektleitung: Hübl Johannes  
Mitarbeiter: Gruber Harald  
Holzinger Gerhard  
Pichler Andreas

Wien, Dezember 2003

# Risikoanalyse und Schutzkonzept zur Lösung der Hochwasser- und Geschiebeproblematik im Einzugsgebiet des Sattelbaches

Im Auftrag von: Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,  
Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland

Projektleitung: Hübl Johannes  
Mitarbeiter: Gruber Harald  
Holzinger Gerhard  
Pichler Andreas

Universität für Bodenkultur  
Institut für Alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen  
Arbeitsbereich Wildbach – Lawine - Steinschlag  
Peter Jordan Str. 82  
A – 1190 Wien

Tel.: #43-1-47654-4350  
Fax: #43-1-47654-4390

Report Nr.: 57

Referenz (Literaturzitat): HÜBL, J., GRUBER, H., HOLZINGER, G., PICHLER, A. (2003):  
Risikoanalyse und Schutzkonzept zur Lösung der Hochwasser- und  
Geschiebeproblematik im Einzugsgebiet des Sattelbach; WLS Report 57,  
(unveröffentlicht)

Wien, im Dezember 2003

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Problemstellung .....	1
1.2	Zielsetzung.....	1
1.3	Methodik .....	1
1.4	Überblick.....	2
1.4.1	Allgemeines .....	2
1.4.2	Einzugsgebiet .....	3
1.4.3	Geologie .....	4
1.4.4	Boden .....	5
1.4.5	Landnutzung .....	7
2	Vermessung.....	8
2.1	Polygonzug .....	8
2.2	Detailvermessung .....	9
2.3	Geländemodell.....	9
2.4	Vermessungsergebnisse.....	9
3	Hydrologie.....	10
3.1	Methodik .....	10
3.2	Softwarepakete HecHms und HecPrepro .....	11
3.2.1	Hec Prepro.....	12
3.2.2	Hec Hms .....	15
3.3	Ereignis 1997.....	18
3.4	Bemessungsniederschläge.....	22
3.4.1	Statistische Auswertung.....	23
3.4.2	Niederschlagsverteilung.....	24
3.4.3	Starkregen .....	28
4	Hydraulik .....	30
4.1	Flo-2D .....	30
4.2	Hec Ras .....	31
5	Ergebnisse aus Hydrologie und Hydraulik.....	33
5.1	Errechnete Überflutungsflächen des Ereignisses 1997.....	34
5.2	Bemessungsszenario 1 .....	37
5.3	Bemessungsszenario 2.....	41
5.4	Bemessungsszenario 3.....	45

5.5	Hinweis zum Gefahrenzonenplan .....	47
6	Geschiebepotential und Geschiebefrachterhebung .....	49
6.1	Methodik .....	49
6.2	Linienzahlanalysen.....	49
6.3	Geschiebepotentialerhebung .....	52
7	Geschiebesimulation .....	54
7.1	Methodik .....	54
7.2	Allgemeines zum Programmpaket MORMO .....	54
7.3	Eingangsparameter.....	56
7.4	Ergebnisse .....	56
7.4.1	Bereich Grub und Aufweitung, hm 12.3 bis hm 26.8.....	56
7.4.2	Bereich hm 66.0 bis hm 69.0 .....	57
8	Generelle Maßnahmenplanung.....	59
9	Zusammenfassung.....	62
10	Literaturverzeichnis.....	63

## Anhang

Anhang A:	Fotodokumentation Ereignis 1997
Anhang B:	Wetterbericht ZAMG vom 06./07. Juli 1997
Anhang C:	Linienzahlanalysen
Anhang D:	Generelle Maßnahmen
Anhang E:	Vermessung
1.	Übersicht zu Polygonzugpunkten
2.	Koordinaten der Fixpunkte
3.	Planbeilage

# **1 Einleitung**

## **1.1 Problemstellung**

Bei Hochwasserereignissen tritt der Sattelbach / Gemeinde Wienerwald (siehe Abbildung 1) durch zu geringe Gerinneabmessungen bzw. durch Geschiebeanlandungen über seine Ufer und überflutet den zum Teil dicht besiedelten Talraum.

Durch steigenden Siedlungsdruck werden die Möglichkeiten zur Setzung von Schutzmaßnahmen immer weiter eingeschränkt. Die mittlerweile noch zur Verfügung stehenden Flächen sollen mittels einer Analyse der Hochwasser und Geschiebeproblematik für Schutzmaßnahmen optimal genutzt werden.

## **1.2 Zielsetzung**

Für zukünftige Maßnahmen, sowohl schutzwasserbaulich als auch mittels Raumordnung oder Objektschutz, soll eine geeignete Planungsgrundlage, die das Wasser- und Geschieberegime beinhaltet, bereitgestellt werden. Daraus wird ein generelles Verbauungskonzept abgeleitet.

## **1.3 Methodik**

Als Datengrundlage für sämtliche Berechnungen dienen einerseits eine genaue terrestrische Vermessung des potentiellen Überflutungsgebietes, eine Kartierung der Rauigkeiten (Sohle und Vorlandbereich) und Geschiebeanalysen (Korngrößenverteilung und Potential), andererseits ein digitales Geländemodell, Landnutzungs- und Bodenkennwerte sowie Niederschlagsangaben maßgeblicher Stationen. Zur Kalibrierung der Berechnungsmodelle werden Chronikdaten und Anraineraussagen verwendet.

Nach Festlegung des Bemessungsniederschlags für verschiedene Szenarien wird mit Hilfe eines Niederschlag- Abflussmodells (Hec Hms) der Bemessungsabfluss bestimmt. Mit diesen Abflusswerten wird eine Wasserspiegellagenrechnung durchgeführt, wofür in Siedlungsgebieten und stark mäandrierenden Bachabschnitten das zweidimensionale Softwarepaket Flo-2D, in unbebauten Abschnitten ein eindimensionales Modell (Hec Ras) eingesetzt wird. Die so errechneten Überflutungsbereiche werden als Grid mit einer Rasterweite von 4m im ArcView dargestellt.

Eine Geschiebesimulation wird für maßgebliche Bachabschnitte mit dem Programmpakte MORMO durchgeführt.

## 1.4 Überblick

Im folgenden werden einige allgemeine Grundlagen über das Projektgebiet, die im Zuge der Projektbearbeitung aufgenommen wurden, vorgestellt. Die Genauigkeit der aufgenommenen Daten richtet sich nach den für die hydrologischen Verfahren benötigten Detaillierungsgrad und erheben somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bodentypen- und Landnutzungskarte finden über eine GIS-Plattform direkten Eingang in die Modellaufsetzung für die hydrologische Simulation.

### 1.4.1 Allgemeines

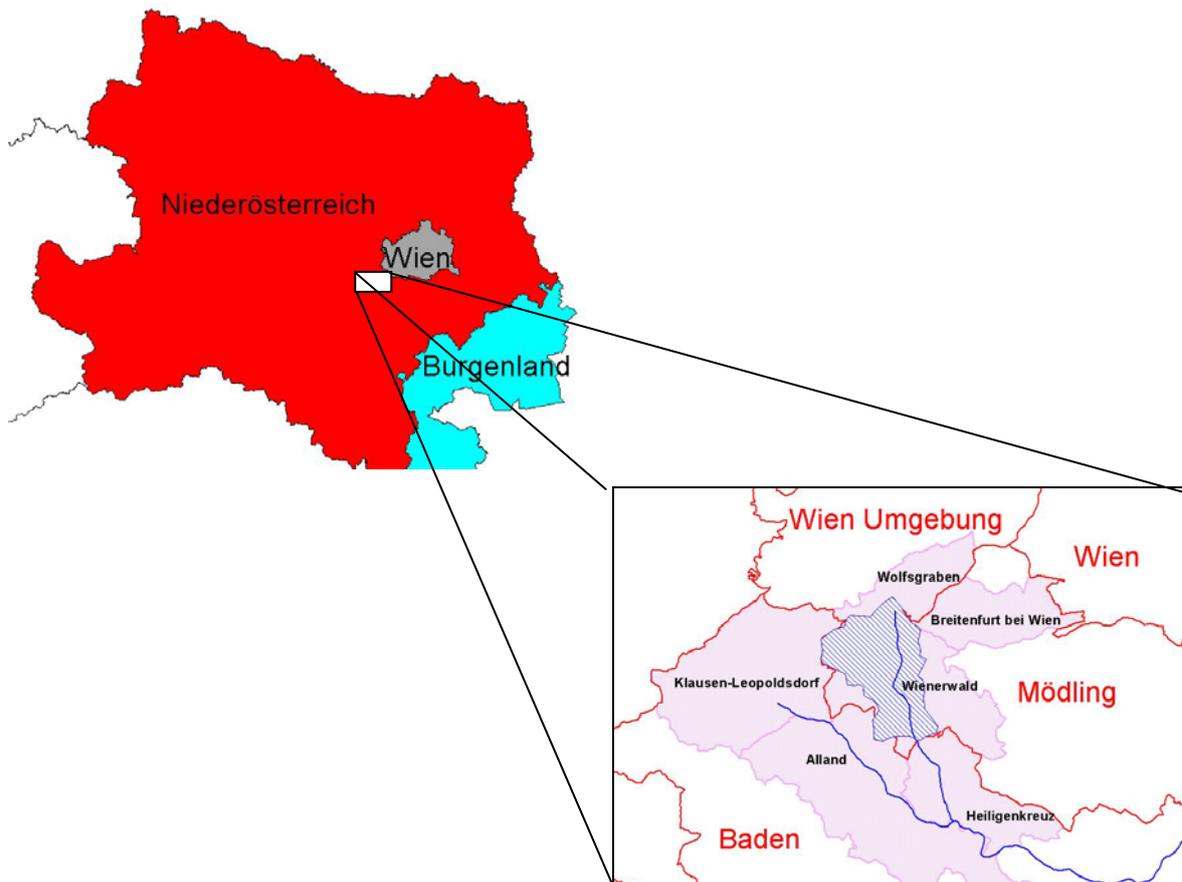


Abbildung 1: Geografische Lage des Einzugsgebietes des Sattelbaches

Das Projektgebiet liegt im Bezirk Mödling, in der Gemeinde Wienerwald. Der Sattelbach mündet in der Ortschaft Sattelbach in seinen Vorfluter, die Schwechat. Der Sattelbach liegt im ozeanisch beeinflussten westeuropäischen Klimabereich. Der Jahresniederschlag beträgt (gemittelt über die Stationen Kaltenleutgeben,

Tullnerbach und Klausen-Leopoldsdorf) 760mm, die Jahresdurchschnittswerte für die Temperatur ergeben sich mit ca. 8,5°C. Die Gewittertätigkeit ist als gering einzustufen. Im Durchschnitt treten an 20 – 25 Tagen im Jahr Gewitter auf.

### 1.4.2 Einzugsgebiet

Die wichtigsten Einzugsgebietsdaten sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst. Die zwei größten Zubringer sind Gruberaubach und der Mönichbach, die sich im Ortsteil Gföhler zum Sattelbach vereinigen, wobei jeder der beiden jeweils ca. ein Drittel des Gesamteinzugsgebietes entwässert. Die Kompetenzgrenze zum Wasserbau liegt ca. 250 Meter flussaufwärts der Mündung des Möhlgrabens.

<b>Allgemeine Einzugsgebietsdaten</b>	
Fläche	29.6 km <sup>2</sup>
Max. Höhe NN	650 m
Min. Höhe NN	331 m
Durchschnittliche Neigung	11.6 %
Max. Gerinnelänge	10670 m
⊗ Georeferenzierung (GK)	
Projektion	Transverse Mercator
Spheroid	Bessel 1841
Latitude	-16318
Longitude	5325900

Tabelle 1: Einzugsgebietsdaten und verwendete Projektion

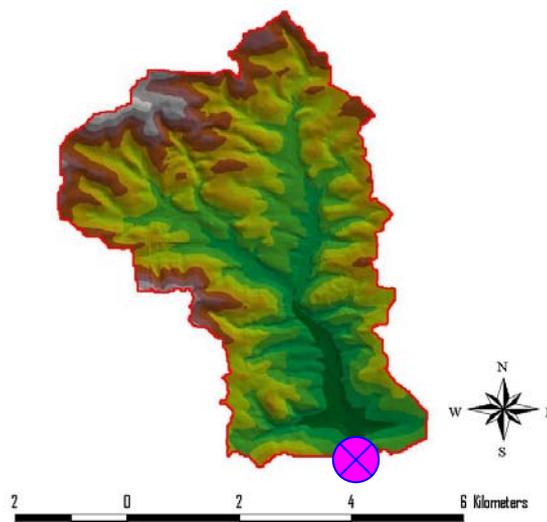


Abbildung 2: Aus dem DEM (BEV) errechneter TIN des Einzugsgebietes Sattelbach

### 1.4.3 Geologie

Das Projektierungsgebiet gliedert sich in zwei geologische Einheiten, deren Ausgangsmaterial und Entstehungszeit unterschiedlich sind:

- die Kalkalpenzone (im südlichsten Teil des Einzugsgebietes)
- die Flyschzone (im nördlichen, weitaus größeren Teil des Einzugsgebiets)

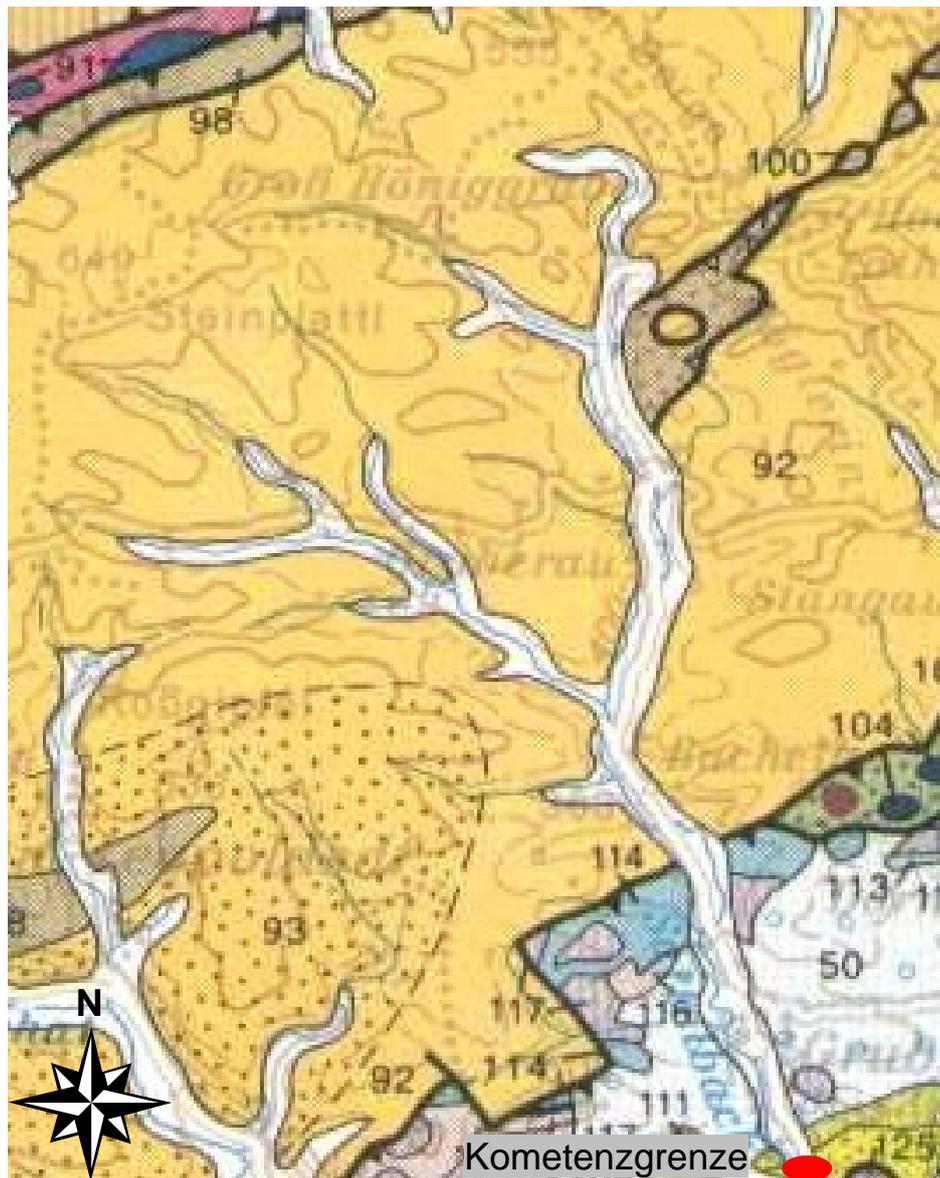


Abbildung 3: Ausschnitt aus der geologische Karte für das EZG des Sattelbaches (GBA 1984), vergrößert

Entlang des Sattelbaches findet man lehmig-, sandig-, schottrige postglaziale Ablagerungen (Junge Bedeckung). Im Ortsbereich von Grub trifft man auf Schotter der Badener Schichten [50] (Inneralpines Tertiär). Der gesamte nördliche Teil des Einzugsgebietes liegt im Bereich der Flyschzone. Die Gesteine werden den

Laaber Schichten [92] zugeordnet und setzen sich aus Schiefertönen und Feinsandsteinlagen zusammen. Diese Schichten streichen im südlichen Teil des Einzugsgebietes (Grub bis Gruberau) in NÖ bis NW Richtung, im Bereich von Großhöniggraben in SÖ bis Ö Richtung und Fallen mit einer Neigung von 30° bis 60° ein. Südlich an die Flyschzone setzt ein schmaler Gürtel des Oberostalpin an. Hier finden sich Jurakalke [114], Rhätikum Kalke [116] und Hauptdolomit [117].

#### **1.4.4 Boden**

Im Zuge der Erstellung einer Bodenkarte für das Einzugsgebiet des Sattelbaches im Kompetenzbereich der Wildbach- und Lawinerverbauung wurden Daten folgender Quellen herangezogen:

- Die Standorts - Vegetationskarte für den Bereich des stadtnahen Wienerwaldes der FBVA
- Die Bodenkarte des Kartierungsbereiches Mödling der FBVA und deren detaillierte Erläuterung (BMLF 1974)
- ÖK 50
- Zusätzliche mündliche Auskünfte von Mitarbeitern des Institutes für Waldökologie der Universität für Bodenkultur

Die auftretenden Böden werden insgesamt in vier Klassen zusammengefasst, wobei diese nach hydrologischen Gesichtspunkten (Infiltrationsvermögen) ausgewählt wurden (siehe Abbildung 4):

- Braunerde Typen
- Pseudovergleyte Typen
- Gleyige Typen
- versiegelte Flächen

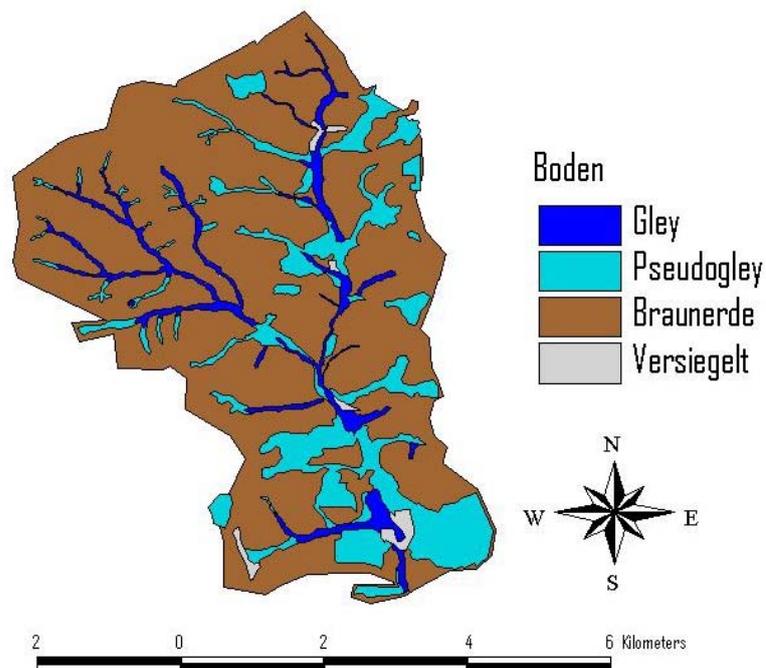


Abbildung 4: Bodenkarte des Einzugsgebietes

Mit dieser Einteilung wird eine neue Karte des Arbeitsbereiches erstellt, der als Basis die digitalisierte Bodenkarte Bereich Mödling zu Grunde liegt. Fehlenden Bereichen, wie etwa Waldgebieten und dem nordwestlichen Teil des Einzugsgebietes werden Bodentypen zugewiesen, die für diesen Teil des Flyschwienerwaldes typisch sind. Als topografische Hilfe wird die ÖK 50 herangezogen. Diese Einteilung wurde mit Mitarbeitern des Institutes für Waldökologie abgesprochen. Konkret wird wie folgt vorgegangen: im Bachbereich ist das Auftreten von gleyigen Böden sehr wahrscheinlich. Auf flacheren Hängen und auf ebenen Wiesen in Tallagen gehören pseudovergleyte Typen zu den dominierenden Böden, im Bereich von Kuppen sowie stärker geneigten Hängen werden Braunerde Typen ausgeschieden. Versiegelte Flächen sind Siedlungsgebiete und Straßen.

### 1.4.5 Landnutzung

Die Landnutzungsformen wurden auf Grundlage folgender Quellen ausgedient:

- Digitale Katastralmappe (BEV)
- ÖK 50 (BEV)
- Orthofotos (BEV)

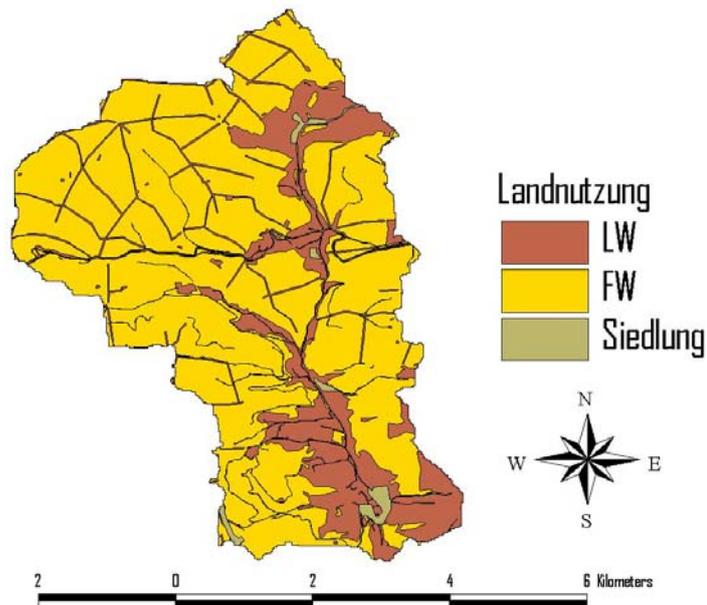


Abbildung 5: Landnutzung nach den Kriterien Landwirtschaft (LW), Forstwirtschaft (FW) und Siedlungsgebiet

Die Forststrassen wurden als landwirtschaftliche Flächen ausgewiesen. Es ergibt sich somit folgende prozentuelle Aufteilung der einzelnen Landnutzungsarten zur Gesamtfläche:

Landnutzung	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Prozentueller Anteil an der Gesamtfläche [%]
Forstwirtschaft	22,5	76
Landwirtschaft	6,5	22
Siedlung	0,7	2
Gesamt	29,7	100

Tabelle 2: Prozentuelle Aufteilung der Landnutzungsarten an der Gesamtfläche

Diese in ArcView erstellte Landnutzungskarte wird wiederum für die Parametergewinnung für die hydrologische Simulation verwendet. Der unterstellte Detaillierungsgrad ist dafür ausreichend.

## **2 Vermessung**

Durch die terrestrische Vermessung und die Vermarkung von Fixpunkten sollen einerseits für Simulationen (Hydraulik, Geschiebetransport) die Grundlagen geschaffen und andererseits für den Forsttechnischen Dienst ein Punktenetz für zukünftige Detailvermessungen (Verbauungsprojekt) bereitgestellt werden.

Als Vermessungsgerät kam ein elektrooptischer Theodolit der Firma Leica (TC 1010) zum Einsatz.

Aufgrund des sehr großen Vermessungsbereiches wurde vor der Detailaufnahme ein Polygonzug fix vermarkter Standpunkte eingemessen (um systematische Vermessungsfehler weitgehend auszuschalten bzw. nicht über die ganze Vermessung mitzuziehen) und am Beginn und am Ende über KT Punkte in ein absolutes Koordinatensystem (GAUSS-KRÜGER-Österreich, Bezugsmeridian M34) eingehängt. Erst nach Fertigstellung dieses Polygonzuges und einer anschließenden Fehlerrechnung wurden die Detailvermessungen durchgeführt.

### **2.1 Polygonzug**

Der Polygonzug startet am KT Punkt „Mühlgraben – 482-58“ und endet beim KT Punkt „Kuhleiten – 860-58“. Alle im meßbaren Bereich liegende KT Punkte entlang des Polygonzuges wurden zur Genauigkeitssteigerung mit eingemessen. Die fix vermarkten Standpunkte galten nach der Fehlerkontrolle als Fixpunkte für die Detailvermessung. Im Zuge der genauen Aufnahmen kam es zur weiteren Verdichtung des Fixpunktenetzes. Punkte mit dem Symbol PP (Polygonpunkte) wurden als Standpunkte bei der Erstellung des Polygonzuges verwendet. Das Symbol P1 (Fixpunkte 1. Ordnung) bezeichnet Punkte, die während der Einmessung des Polygonzuges zusätzlich fixiert wurden, und später als Standpunkte Verwendung fanden. Alle mit P2 benannten Punkte (Fixpunkte 2. Ordnung) sind im Rahmen der Detailvermessung zusätzlich eingemessene Standpunkte.

Die gesamte Anzahl der benötigten Standpunkte beträgt 155. Da die Standpunkte teilweise auch auf nicht befestigtem Untergrund gewählt werden mußten, wurden 31 Aufstellungspunkte nicht fixiert. Ansonsten erfolgte die Vermarkung hauptsächlich mit Meßnägeln auf Asphalt, teilweise aber auch mit Kunststoffmarken auf nicht befestigten Untergrund. Die Meßnägeln wurden mit blauem Spray markiert

und zusätzlich mit einem Holzpflöck zur leichteren Wiederauffindbarkeit gekennzeichnet.

Die im Anhang D dargestellten Abbildungen und Tabellen zeigen die Lage und die Koordinaten der Standpunkte, die auch in den Detailplänen 1-4 (siehe Anhang D) dargestellt sind.

## **2.2 Detailvermessung**

Die Aufnahme der Geländepunkte erfolgte von den im vorigen Kapitel beschriebenen Fixpunkten aus. Insgesamt wurden ca. 13000 Punkte eingemessen. In sehr dicht bewachsenen Geländeabschnitten (zwischen hm 14.3 und hm 16.9) war der Einsatz des elektrooptischen Theodoliten nicht mehr möglich. Daher wurden in diesem Bereich die Geländepunkte mit Hilfe von Maßband, Wyssenkompass und Neigungsmesser aufgenommen.

Da es nicht möglich war alle im Vermessungsbereich liegenden Häuser komplett aufzunehmen sind die in den Lageplänen dargestellten Häuser aus dem Kataster übernommen worden.

Im Zuge der Detailvermessung kam es zu Gesprächen mit Anrainern, die wertvolle Informationen über das Ereignis vom Juli 1997 lieferten, wodurch die Anschlaglinie teilweise miteingemessen werden konnten.

## **2.3 Geländemodell**

Sämtliche gemessenen Punkte wurde mit Hilfe des Softwarepaketes CADdy (Fa. Ziegler) zu einem digitalen Geländemodell verarbeitet.

Dieses Geländemodell dient als Grundlage für weitere Berechnungen (liefert Eingangsdaten für Geschiebe- und Hydrauliksimulationen), für die Längs- und Querprofilerstellung, und zur übersichtlichen Darstellung der Berechnungsergebnisse.

## **2.4 Vermessungsergebnisse**

Im Anhang A werden die Detailpläne des Vermessungsbereiches beigelegt. Auf Grund der Größe des vermessenen Bereiches erschien es unzweckmäßig die gesamte Vermessung in einem einheitlich großen Maßstab darzustellen. Daher wurde nur der Siedlungsbereich der Ortschaft Grub im Maßstab 1:1000, die restlichen Teilpläne im Maßstab 1:2500 ausgegeben. Der beigelegte Längsschnitt ist im Maßstab 1:10000 und mit einer 10-fachen Überhöhung dargestellt. Auf die

Darstellung von Querprofilen wird hier verzichtet. Sämtliche Vermessungsdaten werden auch in digitaler Form (\*.dxf bzw. als Koordinatendatei sämtlicher aufgenommener Geländepunkte) zur Verfügung gestellt.

### **3 Hydrologie**

Zur Dimensionierung von baulichen Maßnahmen und als Eingangswerte für die hydraulischen Berechnungen werden Abflussganglinien an verschiedenen Punkten im Einzugsgebiet benötigt, die über ein Niederschlags-Abfluss-Modell nach unterschiedlichen Niederschlagszenarien ermittelt werden.

#### **3.1 Methodik**

Über die Analyse der Niederschlagswerte repräsentativer Niederschlagsstationen in der näheren Umgebung des Einzugsgebietes wird der Ereignisniederschlag so weit als möglich nachgebildet. Mit der im Zuge der Vermessung rekonstruierten Anschlaglinie wird das Modell über verschiedene Parameter kalibriert. Diese Anschlaglinie wurde über Gespräche mit Anrainern, Fotomaterial und teilweise noch sichtbaren Marken an Häusern aufgenommen. Dabei ist anzumerken, dass die Aussagen von Anrainern oft widersprüchlich waren. Dies ist sicherlich auf den langen Zeitraum zwischen Befragung und Ereignis zurückzuführen. Die so kartierte Anschlaglinie ist also nur als Anhaltswert zu betrachten und nicht als absolut anzunehmen. In Abbildung 19 ist diese für den Ortsteil Grub dargestellt. Die Angleichung des Abflusses an die Anschlaglinie ist als iterativer Prozess zu verstehen, da mit den in der hydrologischen Simulation ermittelten Abflüssen eine Wasserspiegellagenrechnung mit hydraulischen Modellen durchgeführt wird. Nach erfolgreicher Anpassung des hydrologischen Modelles können bei gleichbleibenden Parametereinstellungen die Bemessungsszenarien gerechnet werden.

Als Simulationssoftware wird das vom „Hydrologic Engineering Center“ entwickelte Programm HecHms herangezogen. Um die dafür benötigten Eingangswerte genauer bestimmen zu können, kam auch die ArcView Schnittstelle HecPrepro zum Einsatz.

### 3.2 Softwarepakete HecHms und HecPrepro

Im folgenden wird die Niederschlags – Abfluss Simulationssoftware und deren GIS Anbindung kurz vorgestellt, und die wichtigsten Ansätze erläutert.

Begriffsbestimmung:

Hec        Hydrologic Engineering Center

Hms        Hydrologic Modeling System

Prepro    Pre Processor

Beide Programme sind als “Public Domain” unter der Internet Adresse <http://www.hec.usace.army.mil> verfügbar. Unter der selben Adresse werden auch ein User-Manual und ein Technical Manual angeboten.

Hec Hms ist als Folgegeneration des HEC1 zu sehen wobei einige neue Tools implementiert wurden.

Hec Prepro ist eine Sammlung von ArcView-Scripts die eine GIS basierende Parameterermittlung (topographische und hydrologische) und Eingabe auf Basis eines Geländemodells (Grid) ermöglicht. Die für die Simulation mit Hec Hms benötigten Eingangsparameter können jedoch auch auf konventionellem Weg (ÖK 50) ermittelt werden.

Ein Flussdiagramm, das den Zusammenhang zwischen diesen beiden Produkten veranschaulicht ist in Abbildung 6 dargestellt.

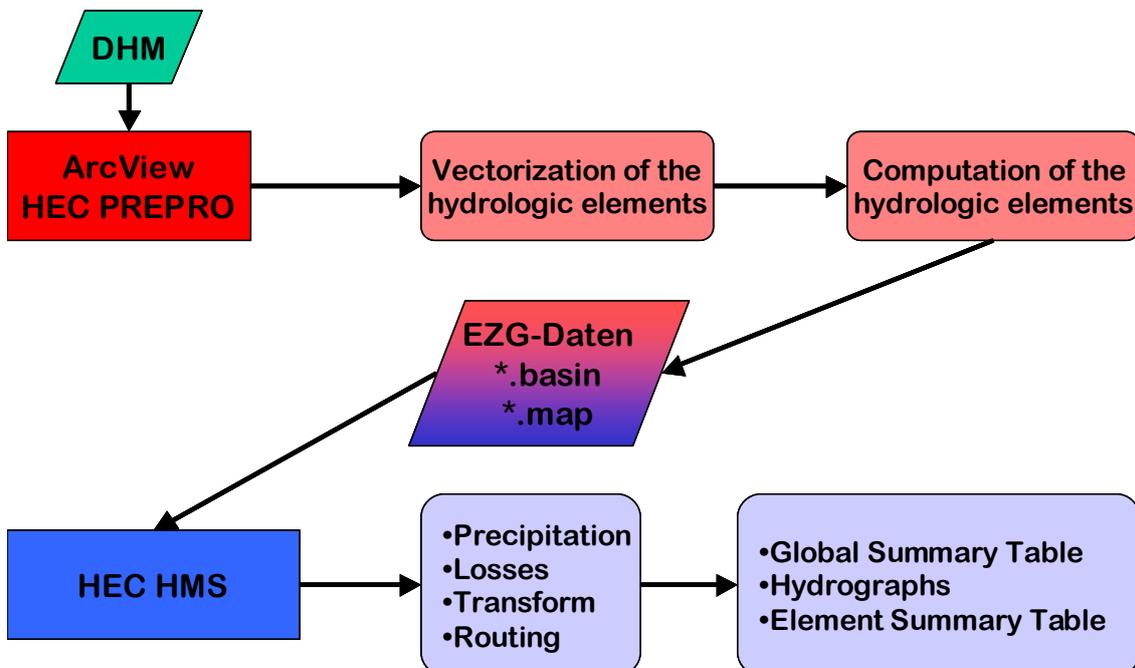


Abbildung 6: Flussdiagramm HecPrepro / Hec Hms

### 3.2.1 Hec Prepro

Grundlage für die im ArcView durchgeführten Berechnungen ist ein Digitales Geländemodell mit einer Rasterweite von 25m (Abbildung 7) das am Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen erworben wurde.

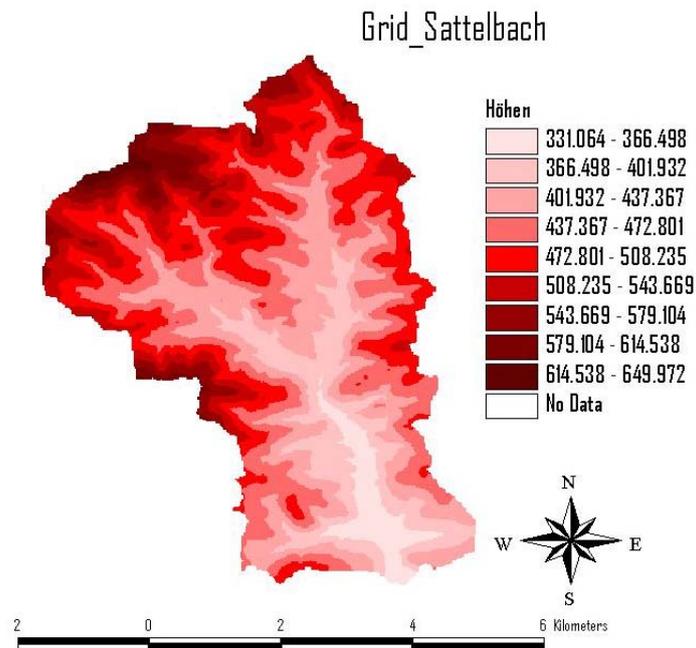


Abbildung 7: Grid des Einzugsgebietes im 20m Raster

#### 3.2.1.1 Grid orientierte Operationen

Als Voraussetzung für die gridbasierenden Berechnungen müssen numerische Fehler im Geländemodell ausgeglichen werden („Fill Sinks“). Danach werden die Fließrichtung und die Fließakkumulation berechnet, sowie das Flussnetz und die Teileinzugsgebiete ausgeschieden (Abbildung 8 - Abbildung 11).

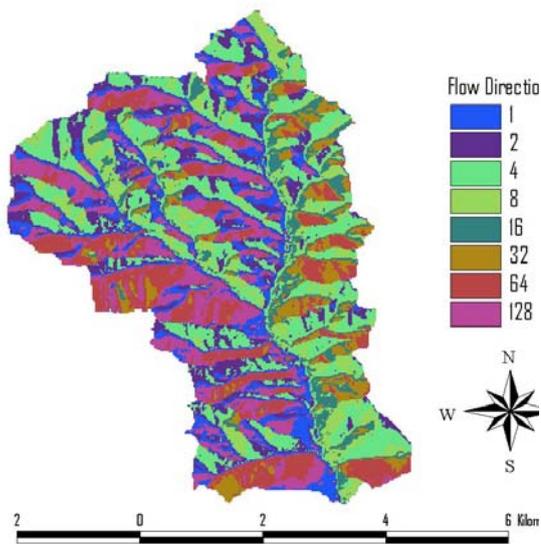


Abbildung 8: Flow Direction

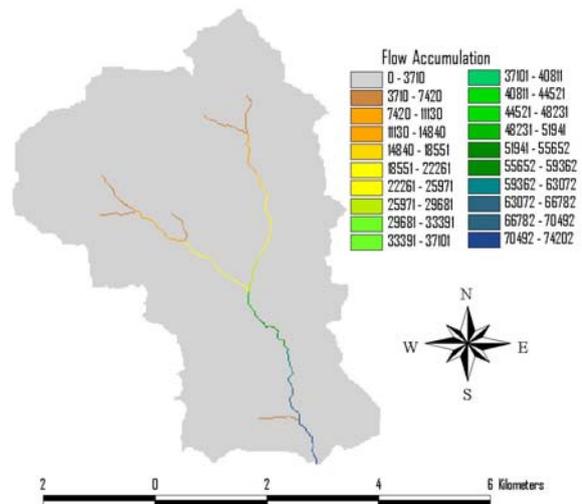


Abbildung 9: Flow Accumulation

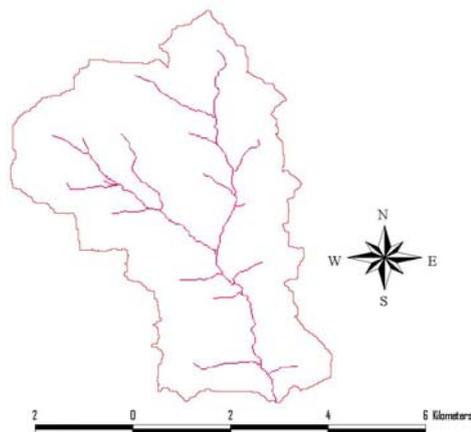


Abbildung 10: Stream Definition



Abbildung 11: Subbasin Delineation

Die hinter diesen Operationen stehenden Funktionen sind schemenhaft in Abbildung 12 dargestellt.

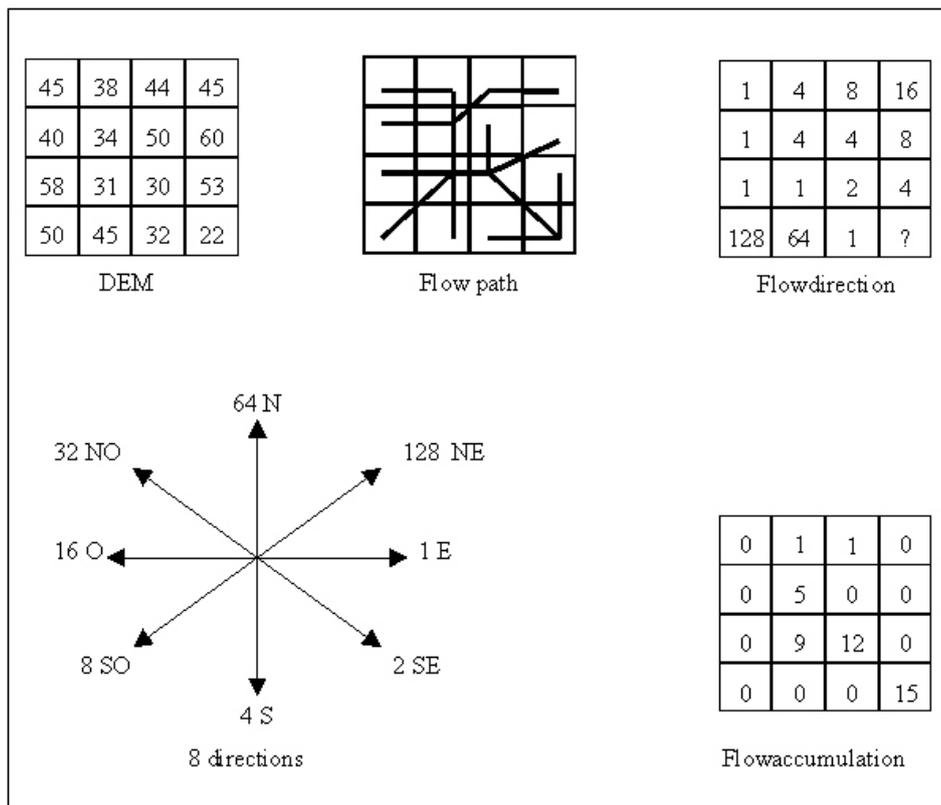


Abbildung 12: Gridbasierende Funktionen (Olivera 1988)

### 3.2.1.2 Vektorisierung und Parameterberechnung

In einem weiteren Schritt kommt es zur Vektorisierung der hydrologischen Elemente. Für jedes der zuvor definierten Teileinzugsgebiete werden nun die Fläche, die Länge und die Neigung des längsten Fließweges und die Entfernung zum Einzugsgebietsausgang berechnet. Außerdem wird ein Import-File für Hec Hms erstellt, das sämtliche hydrologischen Elemente (Teileinzugsgebiete, Fließstrecken und Verbindungen dieser) und eine Hintergrundkarte zur besseren Orientierung im Flussgebietsmodell beinhaltet (Abbildung 13). Die Teileinzugsgebiete wurden mit Großbuchstaben bezeichnet, die anderen hydrologischen Elemente vom oberen zum unteren Einzugsgebiet nummeriert.



Abbildung 13: Flussgebietsmodell

### 3.2.2 Hec Hms

Hec Hms bietet eine Fülle von Modellen für die verschiedenen Abflussberechnungsschritte. Diese sind in Tabelle 3 dargestellt, wobei die farblich hervorgehobenen Modellansätze die in dieser Studie verwendeten Modelle kennzeichnen.

<b>Modellansätze Hec Hms</b>	
<b>Precipitation</b>	<b>Transform</b>
Grid-Based Precipitation	Mod Clark
Average Grid-Based Precipitation	Kinematic Wave
User Hyetograph	Clark Unit Hydrograph
Specify Gage Weights	Snyder
Inverse Distance Gage Weighting	SCS
Standard Project Storm	User Specified Unit Hydrograph
<b>Losses</b>	<b>Routing</b>
Initial/Constant	Lag
Deficit/Constant	Muskingum
Green & Ampt	Modified Puls
SCS Curve No.	Muskingum Cunge
Gridded SCS Curve No.	Kinematic Wave
SMA	
Gridded SMA	

Tabelle 3: In Hec Hms angebotene Modelle

### 3.2.2.1 Niederschlag

Der zu simulierende Niederschlag wird als Zeitreihe eingegeben und den Teileinzugsgebieten zugeordnet, wobei verschiedenen Einzugsgebieten verschiedene Niederschläge zugewiesen werden können. Die Niederschlagshöhe und Verteilung wird außerhalb des Programms errechnet.

### 3.2.2.2 Verlustmethoden

Für kleine Einzugsgebiete und relativ kurze Niederschlagsereignisse eignet sich aus den zur Verfügung stehenden Modellen das SCS Verfahren (Soil Conservation Service) am besten. Außerdem liegen für diesen Modellansatz Erfahrungswerte vor, auf die zurückgegriffen werden kann.

Beim SCS Verfahren ergeben sich alle Eingangswerte über den CN-Wert (Curve Number). Der CN-Wert wird über die Landnutzung, den Bodentyp und die Vorbefeuchtung ermittelt (CHOW 1988, DVWK 1991). Die so definierten dimensionslosen CN Werte werden für gegebene Vorbefeuchtung des Einzugsgebietes nach der Formel

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0.13 * CN(II)} \quad (G 1)$$

erhöht (CHOW 1988).

Das maximale Speichervermögen ergibt sich aus der Beziehung

$$S[mm] = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (G 2)$$

Der Anfangsverlust  $I_a$  ergibt sich aus

$$I_a[mm] = 0.2 * S \quad (G 3)$$

Da die Annahme, dass der Anfangsverlust 20% des max. Speichervermögens beträgt, sehr hohe Werte ergibt, wird nach DVWK (1991) empfohlen, nur 5% vom maximalen Speichervermögen anzusetzen, was den mitteleuropäischen Verhältnissen besser entspricht. Dieser Empfehlung wird in dieser Studie nachgegangen. Die CN-Werte für ein Teileinzugsgebiet werden nach den zur Auswahl herangezogenen Parametern über die Fläche gemittelt, wodurch sich pro Teileinzugsgebiet ein maßgeblicher CN-Wert ergibt. Die Verschneidung der Landnutzung mit den Bodentypenkarten (vgl. Kapitel 1) erfolgte mit Hilfe der GIS Software ArcView.

Ansonsten gibt es noch die Möglichkeit versiegelte Flächen als Prozentwert der gesamten Teileinzugsgebietsfläche anzugeben. Als undurchlässige Flächen wurden Straßen und Siedlungsgebiet angenommen.

In Tabelle 4 sind die CN-Werte für die jeweiligen Teileinzugsgebiete aufgelistet.

<b>EZG</b>	<b>CN-I</b>	<b>CN-II</b>	<b>CN-III</b>
A	46	67	82
B	54	74	87
C	52	72	85
D	56	75	88
E	51	71	85
F	51	71	85
G	51	71	85
H	50	70	84
I	60	78	89
J	50	71	85
K	53	73	86
L	55	74	87
M	52	72	86
N	53	73	86
O	61	79	90
P	67	83	92
Q	55	75	87

Tabelle 4: CN-Wert Zuordnung

Die für die Teileinzugsgebiete flächengewichtete CN-Wert Bestimmung ist auf beiliegender CD im File: Berech\HechHms\Parameterbestimmung.xls ersichtlich.

### 3.2.2.3 Transform Ansatz

Auch hier wurde die Einheitsganglinie nach SCS gewählt. Der für dieses Verfahren benötigte Parameter  $t_p$  (lag Time) beschreibt die zeitliche Verschiebung vom Schwerpunkt der Niederschlagsganglinie zum Scheitelpunkt der errechneten Abflussganglinie und wird nach der Formel (CHOW 1988)

$$t_p [\text{min}] = \frac{L_w^{0.8} [(1000/CN) - 9]^{0.7}}{31.67 * S^{0.5}} \quad (\text{G 4})$$

berechnet, wobei  $L_w$  [m] den längsten Fließweg im Teileinzugsgebiet und  $S$  [%] die durchschnittliche Neigung beschreibt. Auch diese Werte wurden mit Hilfe von ArcView ermittelt. In Abbildung 14 ist die Form der SCS Einheitsganglinie dargestellt.

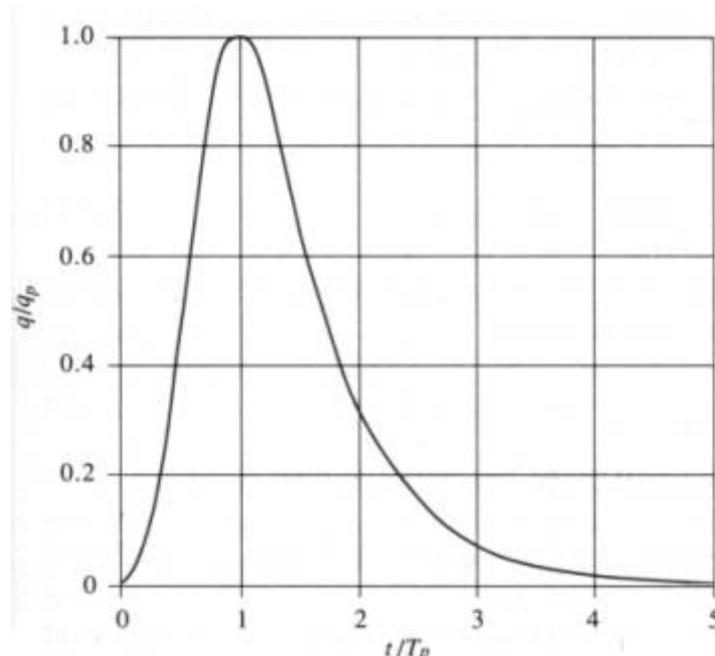


Abbildung 14: Dimensionslose Einheitsganglinie nach SCS

### 3.2.2.4 Routing

Die Wellenverformung nach Muskingum Cunge wird nur an Fließstrecken länger 100m gerechnet, wobei für das Energieliniengefälle annäherungsweise das Sohlgefälle angesetzt wurde.

## 3.3 Ereignis 1997

Zur Rekonstruktion der Niederschlagshöhen des Ereignisses vom Juni 1997 und für statistische Auswertungen der verfügbaren Aufzeichnungsjahre (Gumbel) wurden die Niederschlagswerte (Tagesniederschläge) der in Abbildung 15 dargestellten 8 Niederschlagsstationen vom Hydrographischen Dienst Niederösterreich zur

Verfügung gestellt. Leider sind im Untersuchungsgebiet nach Auskunft des Hydrographischen Dienstes Niederösterreich keine detaillierten Niederschlagsaufzeichnungen (Ombrographen) vorhanden, wodurch mit Tageswerten das Auslangen gefunden werden musste.

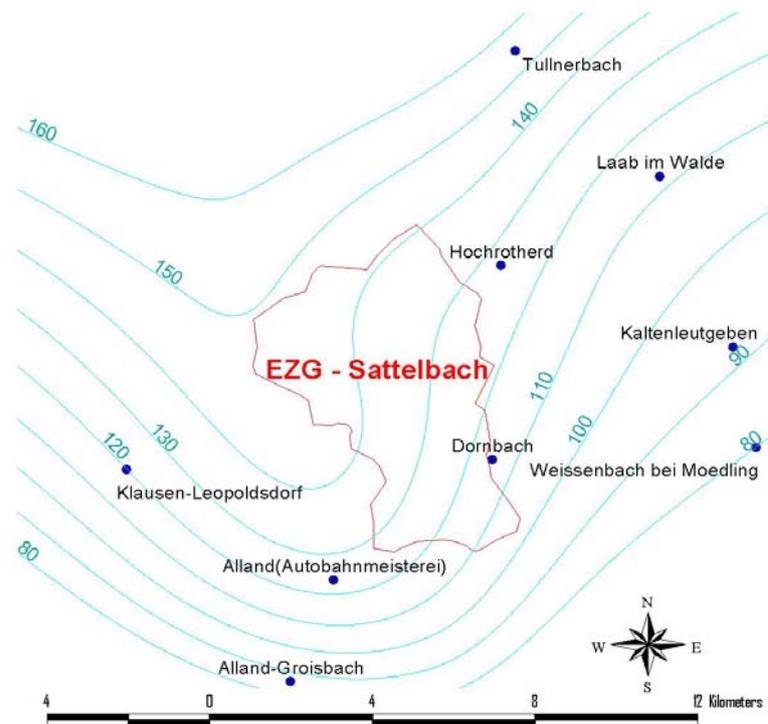


Abbildung 15: Zur Niederschlagsauswertung verwendete Stationen und interpolierte 24Std. Niederschlagshöhen des Ereignisses 1997

Die Auswahl der Stationen erfolgte über die räumliche Entfernung vom Einzugsgebiet.

Im Anhang C liegt der Wetterbericht der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik vom Sonntag, 06.07.97 und Montag, 07.07.97 um einen Überblick über die allgemeine Wettersituation zu geben.

Die Niederschlagshöhen der einzelnen Stationen für den Ereignistag und den Tag davor sind in Abbildung 16 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass einerseits alle Stationen hohe Niederschläge aufzeichneten, was auf eine Niederschlagsfront und nicht auf einen Konvektivniederschlag schließen lässt, und dass andererseits eine erhebliche Vorberegnung stattgefunden hat.

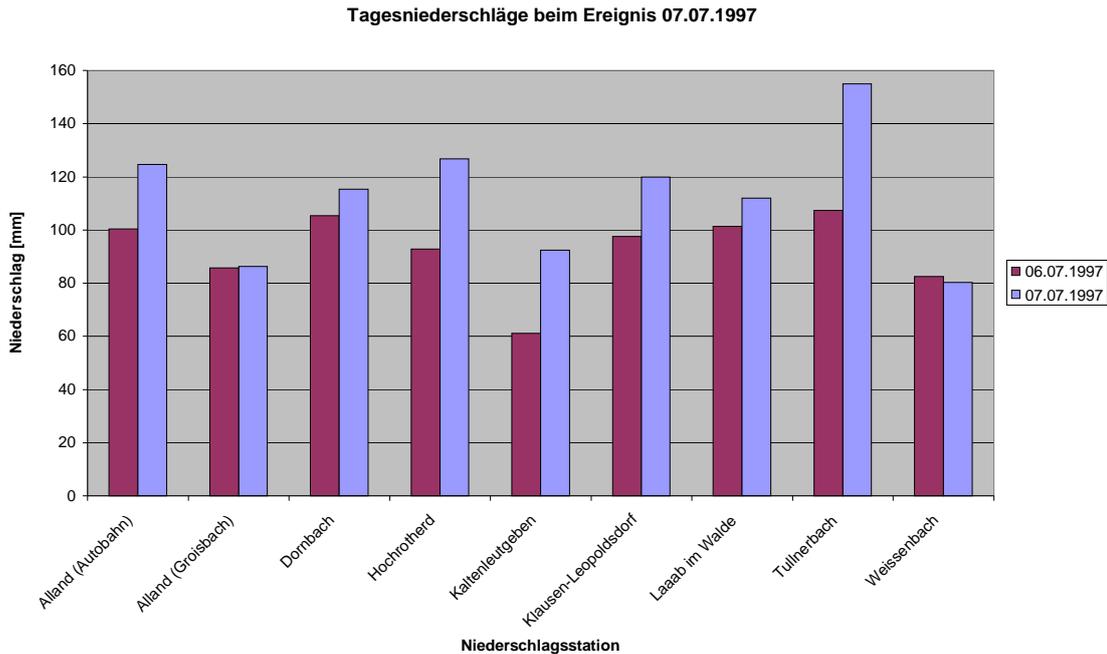


Abbildung 16: Tagessummen des Ereignisniederschlages (48 Std.)

Im Mittel aller Stationen ergab sich für den Ereignistag (07.07.1997) eine Niederschlagshöhe von 113 mm, für die Zweitagesumme eine Gesamthöhe von 205 mm. Im Vergleich mit der statistischen Auswertung der langjährigen Niederschlagsaufzeichnungen nach Gumbel (siehe Kapitel 3.4.2) ergibt sich für den Eintagesniederschlag eine Jährlichkeit von ca. 100 Jahren, für den Zweitagesniederschlag allerdings ein weit über 300 Jahre liegendes Wiederkehrintervall.

Für die Bestimmung des für die Simulation verwendeten Ereignisniederschlages wurden die 48 – Stunden Summen der Station Kaltenleutgeben, Dornbach und Hochrotherd herangezogen, da diese am nächsten am Einzugsgebiet des Sattelbaches liegen und somit als repräsentativ angesehen werden. Für diese 3 Stationen ergibt sich eine mittlere Niederschlagshöhe von 220 mm. Die Niederschlagssummenlinie ist in Abbildung 17 dargestellt.

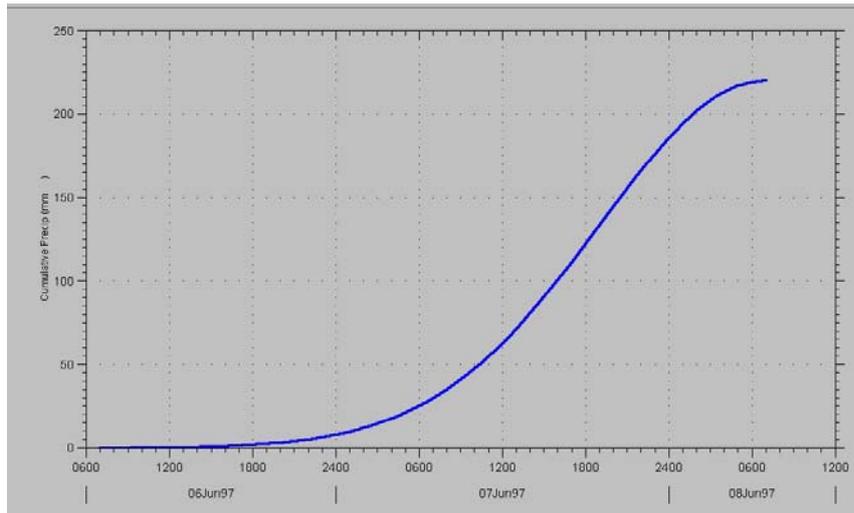


Abbildung 17: Eingangsniederschlag für die Ereignissimulation (endbetont)

Dieser Niederschlag wurde jedem Teileinzugsgebiet zugeordnet. Als CN-Werte wurden jene mit der höchsten Vorbefeuchtung gewählt, wodurch den 2 ersten Niederschlagstagen Rechnung getragen wird.

Die simulierte Abflussganglinie (blau) für das unterste Teileinzugsgebiet im Ortsteil Grub ist in Abbildung 18 dargestellt und hat einen Scheitelabfluss von 89 m<sup>3</sup>/s.

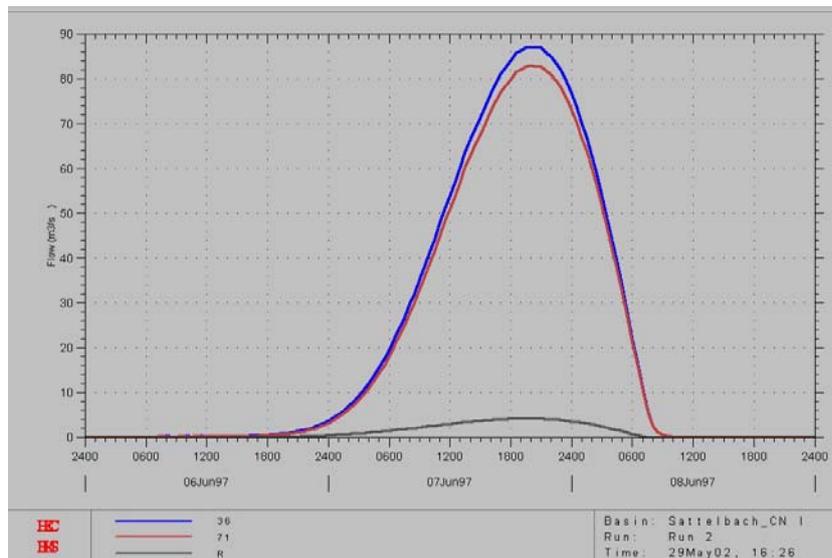


Abbildung 18: Simulierte Ereignisabflussganglinie

Die mit dem Programmpaket Flo-2D erzeugte zugehörige Wasserspiegellage (im Vergleich mit der kartierten Anschlaglinie) für den Ortsteil Grub ist in Abbildung 19 dargestellt. Die Überflutungsflächen für den gesamten im Projektgebiet liegenden Talraum sind in Kapitel 5 ersichtlich.

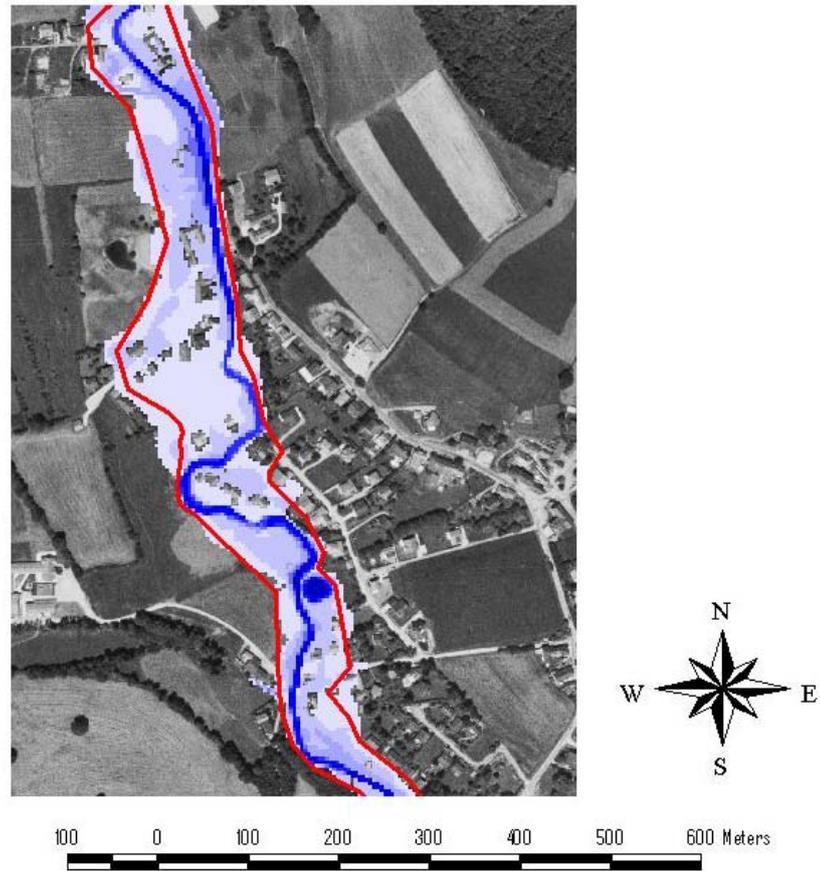


Abbildung 19: Anschlaglinie nach dem Ereignis 1997 mit den berechneten Abflusstiefen für den Ortsteil Grub

### 3.4 Bemessungsniederschläge

Auch als Bemessungsniederschlag wird, wie bei den Ereignissen 1997, 1964 und 1940 kein Konvektivniederschlag gewählt. Bemessungsszenarien ergeben sich nach Koordination mit der Gebietsbauleitung „Wien und nördliches Niederösterreich“ aus den über eine Gumbelanalyse ermittelten 100 jährlichen 36 Std. Niederschlag, für Gebiete außerhalb des Siedlungsraumes aus den 30 jährlichen 36 Std. Niederschlag und einem Starkregenniederschlag nach den Angaben des Hydrographischen Dienstes Niederösterreich.

<i>Bemessungsszenario</i>	<i>Niederschlag</i>
1	Gumbel: TN=100 36Std. endbetont
2	Starkregen nach HD Niederösterreich
3	Gumbel: TN=30 36Std. endbetont

### 3.4.1 Statistische Auswertung - Gumbelanalyse

Nur bei den HD-Stationen Tullnerbach, Kaltenleutgeben und Klausen-Leopoldsdorf liegen ausreichend lange Zeitreihen für eine Extrapolation auf ein 100 – jährliches Ereignis vor.

- Tullnerbach: 82 Aufzeichnungsjahre
- Klausen-Leopoldsdorf 70 Aufzeichnungsjahre
- Kaltenleutgeben: 48 Aufzeichnungsjahre

In der Tabelle 5 und in der Abbildung 20 sind die Ergebnisse der Gumbelanalyse ersichtlich.

TN	dN [h]	Tullnerbach		Klausen- Leopoldsdorf		Kaltenleutgeben		Mittel der Stationen	
		n [mm]	i [mm/h]	n [mm]	i [mm/h]	n [mm]	i [mm/h]	n [mm]	i [mm/h]
30	0.5	36.6	73.21	33.3	66.59	24.0	48.07	31.2	62.41
	1	44.5	44.48	41.0	41.03	30.0	30.02	38.4	38.41
	3	60.6	20.20	57.1	19.05	42.7	14.23	53.4	17.80
	6	73.6	12.27	70.4	11.74	53.3	8.89	65.7	10.96
	12	89.5	7.46	86.8	7.23	66.6	5.55	80.9	6.74
	24	108.8	4.53	107.0	4.46	83.2	3.47	99.6	4.15
	36	121.9	3.39	120.9	3.36	94.7	2.63	112.5	3.13
	48	132.2	2.75	131.8	2.75	103.9	2.16	122.7	2.56
	96	160.7	1.67	162.5	1.69	129.7	1.35	151.0	1.57
	720	283.2	0.39	298.2	0.41	247.6	0.34	276.3	0.38
8544	1099.9	0.13	1172.6	0.14	994.1	0.12	1088.9	0.13	
100	0.5	45.4	90.75	40.1	80.14	28.9	57.76	38.0	75.92
	1	54.9	54.94	49.3	49.28	36.0	36.00	46.6	46.60
	3	74.4	24.80	68.4	22.81	51.0	17.01	64.5	21.51
	6	90.1	15.01	84.2	14.03	63.6	10.60	79.2	13.20
	12	109.1	9.09	103.5	8.63	79.3	6.61	97.3	8.10
	24	132.1	5.50	127.3	5.30	98.9	4.12	119.4	4.98
	36	147.7	4.10	143.7	3.99	112.4	3.12	134.6	3.74
	48	159.9	3.33	156.6	3.26	123.2	2.57	146.6	3.05
	96	193.6	2.02	192.6	2.01	153.6	1.60	180.0	1.88
	720	337.7	0.47	351.5	0.49	291.4	0.40	326.9	0.45
8544	1236.0	0.14	1305.2	0.15	1100.8	0.13	1214.0	0.14	
150	0.5	48.3	96.63	42.3	84.68	30.5	61.01	40.2	80.45
	1	58.4	58.45	52.0	52.05	38.0	38.00	49.4	49.35
	3	79.0	26.34	72.2	24.07	53.8	17.95	68.2	22.75
	6	95.6	15.93	88.8	14.79	67.1	11.18	83.7	13.95
	12	115.6	9.64	109.1	9.09	83.6	6.96	102.7	8.56
	24	139.9	5.83	134.1	5.59	104.1	4.34	126.0	5.25
	36	156.4	4.34	151.3	4.20	118.4	3.29	142.0	3.95
	48	169.2	3.53	164.9	3.43	129.7	2.70	154.6	3.22
	96	204.7	2.13	202.7	2.11	161.6	1.68	189.7	1.98
	720	355.9	0.49	369.3	0.51	306.1	0.43	343.8	0.48
8544	1281.6	0.15	1349.6	0.16	1136.5	0.13	1255.9	0.15	

Tabelle 5: Niederschlagshöhen und Intensitäten für verschiedene Jährlichkeiten nach Gumbel

Für die Extrapolation in den Bereich unter 24 Stunden wurden nur die Tages- und Monatsmaxima verwendet.

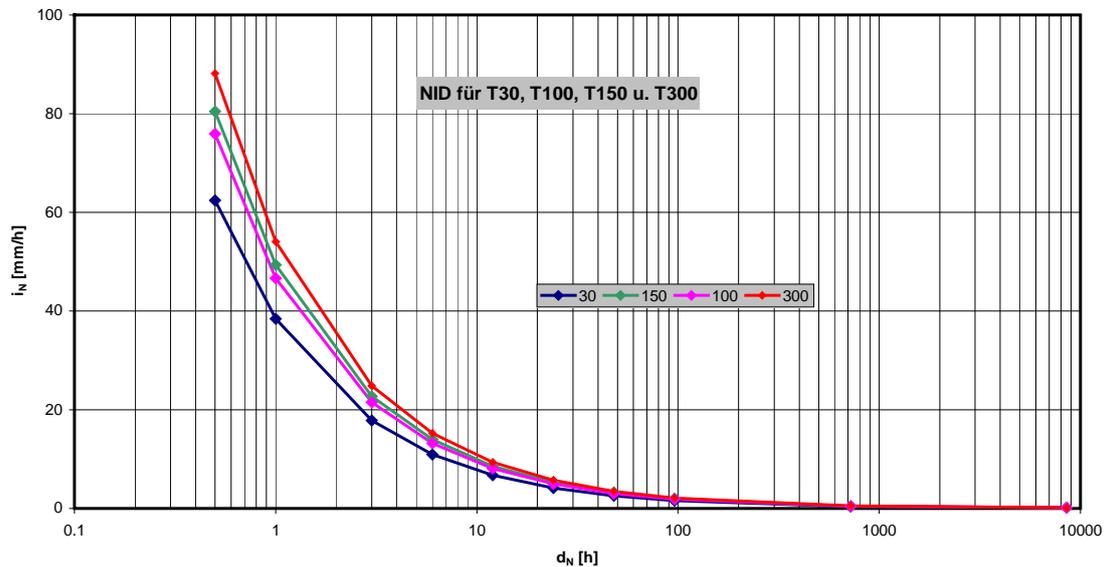


Abbildung 20: Niederschlags- Intensitätsdiagramm nach ZELLER (1981) für verschiedene Jährlichkeiten im Mittel über alle Stationen

Es wird somit für das Bemessungsszenario 1 ein 36 Stunden Niederschlag mit einer Niederschlagshöhe von 145,7 mm gewählt, die sich aus dem Mittel der Stationen Tullnerbach und Klausen-Leopoldsdorf ergibt. Kaltenleutgeben wird aufgrund der vergleichsweise kurzen Aufzeichnungsdauer nicht berücksichtigt.

Für den 30 jährlichen Niederschlag mit einer Dauer von 36 Stunden ergibt sich eine Niederschlagshöhe von 121,5 mm (Szenario 3).

Die Niederschlagswerte für Bemessungsszenario 2 sind in Kapitel 3.4.1 dargestellt.

### 3.4.2 Niederschlagsverteilung

Neben dem Ereignis 1997 traten zwei weitere Ereignisse (1940 und 1964) auf (Chronik der Ortschaft Grub). Auch von diesen Ereignissen wurden die Tagesniederschläge der Ereigniswoche beim HD Niederösterreich angefordert. Über die Summenlinie der Niederschläge (gesamter dem Ereignis vorausgehender Niederschlagszeitraum) konnten Ähnlichkeiten in der zeitlichen Niederschlagsverteilung (über 4 Tage) erkannt werden (Abbildung 21), obwohl die gesamte Niederschlagshöhe selbst beträchtliche Unterschiede aufweist.

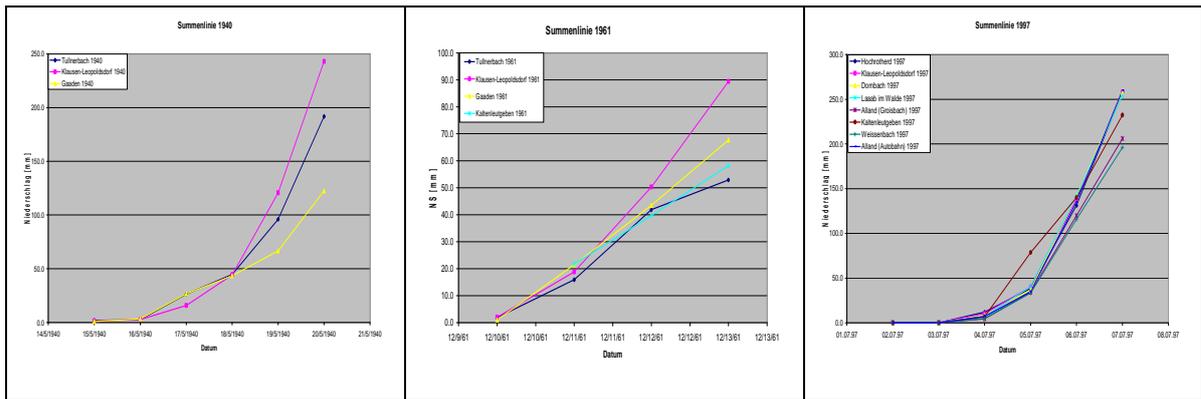


Abbildung 21: 4 Tagessummen der Ereignisse 1940, 1964, 1997

Um nicht standardisierte Niederschlagsverteilungen ansetzen zu müssen, wurde auf die beobachtete Verteilung zurückgegriffen.

Bei den Ereignisjahren 1940 und 1961 waren in der Umgebung des Einzugsgebietes des Sattelbaches nur 3 bzw. 4 Stationen in Betrieb. Für das Jahr 1997 konnten 8 Stationen in die Auswertung mit einbezogen werden

Um eine bessere Anpassung einer Funktion an die Niederschlagsverteilung über die 4 Tage zu erreichen wurden die Summenlinien der Tagesniederschläge erstellt und die absoluten Werte auf relative Prozentwerte umgerechnet.

Dadurch wird es möglich, der unterstellten Niederschlagshöhe des Bemessungsniederschlags die ermittelte 4-Tagesverteilung zu unterstellen.

Als Ausgleichsfunktion wurde eine Potenzfunktion der Form

$$f(t) = a * t^b \quad (G 5)$$

gewählt. Da die, durch diese Funktion beschriebene Kurve, durch die Punkte 0 – bei Niederschlagsbeginn und 1 – bei Niederschlagsende laufen muss, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$f(0) = 0 \quad (G 6)$$

$$f(t_d) = 1 \Rightarrow a * t_d^b = 1 \quad (G 7)$$

Über Gleichung (7) kann der Parameter „b“ durch den Parameter a beschrieben und in die Gleichung (5) eingesetzt werden, wodurch die zuvor definierten Bedingungen erfüllt sind und nur der Parameter „b“ benötigt wird.

Die so erhaltene Funktion hat die Form:

$$f(t) = \frac{1}{t_d^b} * t^b \quad (G 8)$$

Mit Hilfe der Software „Grapher“ wurden für jede einzelne Station der 3 Ereignisse der Exponent „ $b$ “ und der Korrelationskoeffizient „ $R^2$ “ bestimmt. Diese so ermittelten Werte sind in Tabelle 6 dargestellt.

<b>Jahr</b>	<b>Station</b>	<b>Exponent <math>b</math></b>	<b><math>R^2</math></b>
<b>1940</b>	Tullnerbach	2,2678	0,9943
	Klausen-Leopoldsdorf	2,2687	0,9943
	Gaaden	1,5344	0,9474
<b>1961</b>	Tullnerbach	1,5447	0,9518
	Klausen-Leopoldsdorf	2,1171	0,9908
	Gaaden	1,8707	0,9910
	Kaltenleutgeben	1,5058	0,9735
<b>1997</b>	Hochrotherd	2,7374	0,9933
	Klausen-Leopoldsdorf	2,4144	0,9980
	Dornbach	2,3856	0,9760
	Laab im Walde	2,1171	0,9912
	Alland-Groisbach	2,1171	0,9912
	Kaltenleutgeben	1,8707	0,9910
	Weissenbach	2,1171	0,9912
	Alland-Autobahnmeisterei	2,7374	0,9933

Tabelle 6: Werte von  $b$  und  $R^2$  für sämtliche, der Berechnung der zeitlichen Verteilung des Bemessungsniederschlags zugrunde liegenden Stationen.

Die Exponenten „ $b$ “ der einzelnen Ereignisse wurden gemittelt und so für jedes Ereignis eine gemittelte Ausgleichsfunktion erstellt (siehe Abbildung 22). Die Ausgleichsfunktion über alle 3 Ereignisse ergab sich durch wiederholte Mittelwertbildung der drei zuvor berechneten Exponenten „ $b$ “ . Die endgültige Form der Ausgleichsfunktion ergibt sich somit mit:

$$f(t) = \frac{1}{4^{2,03}} * t^{2,03} \quad (G 9)$$

und ist in Abbildung 23 dargestellt.

**Zeitliche Verteilung der Ereignisniederschläge 1940, 1961 und 1997  
sowie des Bemessungsniederschlags (4-Tages-NS nach Gumbel  $T_n=150$ )**

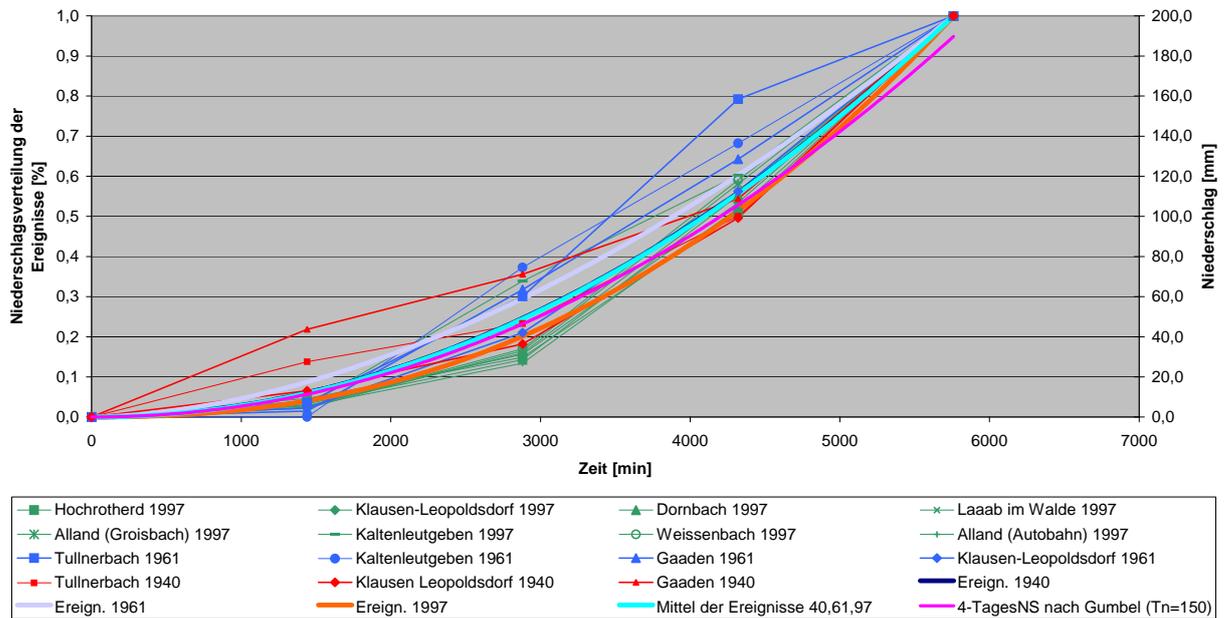


Abbildung 22: Verteilung aller ausgewerteten Stationen

Der Vergleich mit standardisierten Niederschlagsverteilungen (siehe Abbildung 23) zeigt die starke Endbetonung der errechneten Verteilung, weshalb auch für die verschiedenen Niederschlagsszenarien endbetonte Verteilungen angesetzt werden.

**Gegenüberstellung der aus den Ereignissen ermittelten Niederschlagsverteilung mit dem empfohlenen Niederschlagsverlauf nach DVWK und institutsinterner Verteilungen**

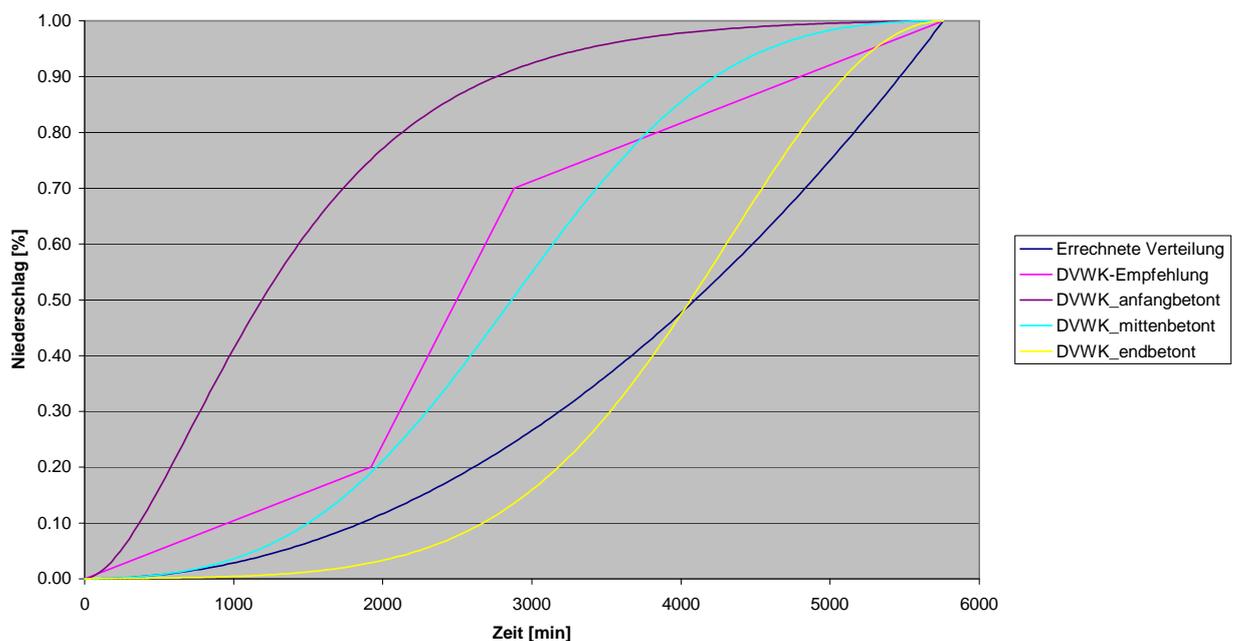


Abbildung 23: Auswahl der Niederschlagsverteilung durch errechnete Verteilung

Die für die Bemessung generierten Niederschläge werden demnach als endbetont klassifiziert.

### 3.4.3 Starkregen

Aufgrund des Ereignisses vom 6./7. Juli 2002, bei dem der Furtherbach starke Schäden verursachte, wurde auch ein Starkregenszenario am Sattelbach ausgedacht. Wegen der geographischen Nähe der beiden Bäche, scheint auch am Sattelbach ein solches Ereignis nicht unwahrscheinlich.

Laut Auswertungen des hydrographischen Dienstes Niederösterreich kam es bei diesem Ereignis (an der Station Furth/Harras) zu einem Niederschlag von 160 mm in 24 Stunden. Die Wiederkehrwahrscheinlichkeit wurde mit ca. 100 Jahren angegeben. Der 48 Stunden Niederschlag betrug 201 mm. Dieser Wert liegt wiederum in der Größenordnung des Ereignisses 1997 am Sattelbach.

Für die Definition einer Starkniederschlagshöhe kommt unter anderem einerseits das Modell nach Lorenz/Skoda, andererseits die Starkregenauswertungen des HD Niederösterreich in Frage. Eine Übersicht über 100-jährlichen Starkregenniederschläge verschiedener Dauer für diese zwei Ansätze gibt Abbildung 24.

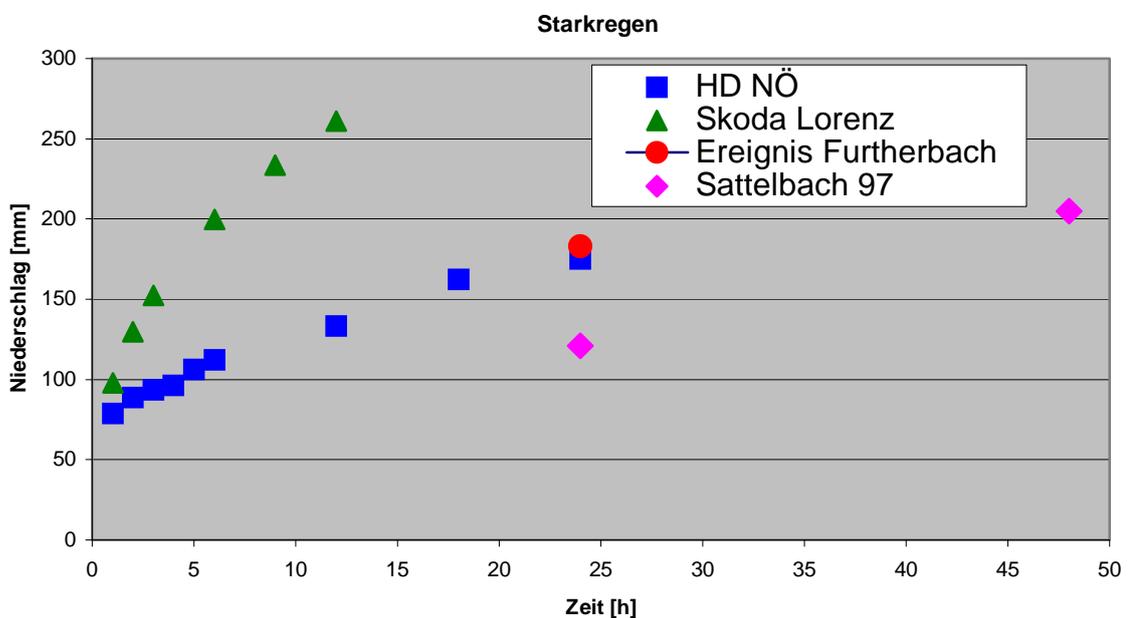


Abbildung 24: Gegenüberstellung verschiedener Starkregenmodelle mit dem Ereignis vom 6.7.2002 am Furtherbach und dem Ereignis 1997 Sattelbach (Mittel der Stationen Alland, Hochrotherd, Dornbach und Klausen – Leopoldsdorf)

Es ist ersichtlich, dass das Modell nach Skoda/Lorenz (ist nur für einen maximalen Zeitraum von 12 Stunden gültig und wurde hier mit einer Fläche von 10 km<sup>2</sup> angesetzt), unwahrscheinlich hohe Werte liefert. Die Starkregenauswertung das HD Niederösterreich fällt gut in den Bereich des Ereignisses am Furtherbach und wird somit als Starkregenszenario angenommen. Somit ergibt sich für das Bemessungsszenario 2 ein 24 Stunden Niederschlag von 175 mm.

## 4 Hydraulik

Die hydraulische Simulation wird mit den Programmen Hec Ras (Hydrologic Engineering Center / River Analysing System) und Flo-2D durchgeführt, wobei im Siedlungsbereich und in stark mäandrierenden Bachabschnitten mit Flo-2D, außerhalb des Siedlungsbereiches mit Hec Ras gearbeitet wird. Da Flo-2D ein zweidimensionales Rastermodell ist, ist der Rechenaufwand sehr groß. Eine Berechnung des gesamten Projektabschnittes mit diesem Modell wäre auf Grund der Computerleistungsfähigkeit nicht möglich. Daher wird der zu simulierende Bereich in Abschnitte aufgeteilt und mit diesen zwei Programmen gerechnet. Das eindimensional (über Querprofile und Längsschnitt) rechnende Programm Hec Ras stößt in mäandrierenden Bereichen und bei Ausbildung mehrerer Fließwege an seine Grenzen.

In den folgenden Kapiteln werden diese zwei Modelle genauer beschrieben

### 4.1 Flo-2D (Steinwendtner 2002)

Für das Programm Flo-2D ergeben sich folgende Einsatzmöglichkeiten:

- Ein- (im Gerinne) und zweidimensionale (flächige) Simulation von hyperkonzentriertem Abfluss, von Murgängen aber auch von Reinwasser weitgehend unabhängig von den Neigungsverhältnissen
- Simulation sehr komplexer Abflussverhältnisse auf Schwemmkegeln und in bebautem Gebiet, die mit herkömmlichen Methoden aufgrund der vielfältigen Fließhindernisse und Fließmöglichkeiten kaum mehr zu bewältigen sind

Dadurch ist das Programm besonders geeignet als

- Hilfsmittel für Gefahrenzonenplanung
- Hilfsmittel zur Erstellung von Risikoanalysen

FLO-2D hat sich mittlerweile zu einem Standardprogramm in der Simulation von Murgängen entwickelt, wie die zahlreichen internationalen Veröffentlichungen belegen. FLO-2D ist ein rasterbasiertes zweidimensionales Modell zur physikalischen Simulation von Reinwasserabflüssen, hyperkonzentrierten Abflüssen und viskosen, mit Einschränkungen auch granularer Murgängen. Es wurde von Jim S. O'Brien 1993 an der Colorado State University entwickelt. FLO-2D berechnet den Abfluss auf Basis einer kinematischen, diffusen oder dynamischen Welle zweidimensional über eine Oberfläche oder eindimensional

durch ein Gerinne. Die Berechnung des Zu- und Abflusses von der Oberfläche ins Gerinne und umgekehrt ist ebenso möglich, wie die Simulation von Stau- oder Rückströmeffekten. Als Eingabeparameter werden ein digitales Geländemodell, die Gerinnegeometrie, ein Hydrograph und die rheologischen Eigenschaften des Feststoff-Wasser Gemisches benötigt.

FLO-2D ermöglicht die Bestimmung von Abflusstiefen und Abflussgeschwindigkeiten zu jedem beliebigen Zeitpunkt in jedem Rasterelement, aber auch die Berechnung von Ganglinien in vordefinierten Rasterelementen oder Querschnitten.

Durch die Rasterstruktur des Programms bietet sich der Datenaustausch mit einem Geoinformationssystem (GIS) und der Einsatz für raumplanerische Aufgabenstellungen in idealer Weise an. Die Rasterstruktur ist aber auch gleichzeitig der limitierende Faktor, sowohl aus computertechnischer Sicht (Anzahl der Rasterelemente ist durch die Computerleistung beschränkt), als auch was die räumliche Genauigkeit betrifft. Denn wie bei jedem anderen rasterbasierten Programm, hängt die Aussagegenauigkeit natürlich sehr stark von der Seitenlänge der verwendeten Rasterzellen ab. Diese schwankt je nach Größe des simulierten Gebietes und den Genauigkeitsanforderungen zwischen 1 und 20 (oder mehr) Metern.

## **4.2 Hec Ras (siehe auch User´s Manual 2001)**

Begriffsbestimmung:

Hec        Hydrologic Engineering Center

Ras        River Analysis System

Dieses Programm ist als „Public Domain“ unter der Internetadresse: [http://www.hec.usace.army.mil/software/software\\_distrib/hec-ras](http://www.hec.usace.army.mil/software/software_distrib/hec-ras) erhältlich. Es ermöglicht zur Zeit eindimensionale stationäre und instationäre Wasserspiegellagenrechnungen. Eine Erweiterung zur Berechnung des Geschiebetriebes ist vorgesehen.

Die grundlegende Berechnung erfolgt über die Lösung der eindimensionalen Energiegleichung. Die Reibungsverluste werden nach der Gleichung nach Manning/Strickler gelöst. Bei raschen Änderungen der Wasserspiegellage wird die Momentengleichung angewandt (z.B.: Wechselsprung). Die berechneten

Geschwindigkeiten werden über das Querprofil in definierbaren Abschnitten verteilt ausgegeben.

Mit Hilfe der GIS Anbindung Hec-GeoRas kann mit ArcView einerseits ein Hec Ras Importfile erstellt werden, andererseits die Ergebnisse der Hec Ras Berechnung in ArcView dargestellt werden.

Grundlage dafür ist die Vermessung, aus welcher ein Geländemodell (TIN) erzeugt wird. Über ein Polygonthema wurden im Vorlandbereich verschiedene Landnutzungen mit zugehörigen Rauigkeiten definiert, im Bereich des Gerinnes wurden Böschungssicherungen kartiert und wiederum Rauigkeiten zugeordnet (siehe Abbildung 25).



Abbildung 25: Ausschnitt (Grub) aus dem Polygonthema mit verschiedenen Rauigkeiten und den für Hec Ras gesetzten Querprofilen.

Dieses Rauigkeitsthema wurde mit den Geländemodellen verschnitten. Für Hec Ras ist es weiter notwendig die Querprofile festzulegen. Den einzelnen Profilabschnitten werden dann automatisch die jeweiligen Rauigkeitswerte zugeordnet. Über eine Schnittstelle werden alle diese im GIS produzierten Parameter ins Hec Ras übertragen.

## 5 Ergebnisse aus Hydrologie und Hydraulik

Die, für die verschiedenen Szenarien errechneten Ganglinien, beziehen sich immer auf das unterste Systemelement und stellen somit den Abfluss am Ausgang des Einzugsgebietes dar. In den Tabellen werden für alle „Junctions“ die maximalen Abflusswerte angegeben. Die in den folgenden Grafiken dargestellten unterschiedlichen Ganglinien beziehen sich jeweils auf ein Systemelement. Die in blau dargestellte Ganglinie mit dem höchsten Abfluss, wird über die Summe der Ganglinien aus den oberhalb liegenden Elementen (in den Diagrammen schwarz und rot dargestellt) gebildet.

Zuerst werden die für das Ereignis 1997 nachgerechneten Überflutungsflächen dargestellt, danach jene für die einzelnen Bemessungsszenarien. Zur besseren Orientierung sind Luftbilder unter die, als Grid dargestellten Überflutungsflächen gelegt. Die Höhenschichtlinien wurden aus der Vermessung übernommen.

Die farbliche Skalierung der Überflutungstiefen bei den Bemessungsszenarien ist an die Grenzwerte der Gefahrenzonenplanung angepasst (Grenze rot/gelb: 1.5 m).

Der oberste Abschnitt der Berechnung (von Großhöniggraben bis zum Gasthaus Schusternazl) wurde mit dem Programm Flo-2D durchgeführt und ist für alle Szenarien als separate Abbildung dargestellt. Die Überschwemmungsflächen des folgenden Abschnittes (Gasthaus Schusternazl bis Gasthaus 12er) wurden mit Hec Ras ermittelt und sind in kleinerem Maßstab dargestellt. Der letzte Abschnitt im Ortsbereich von Grub ist wiederum mit Flo-2D gerechnet.

Die in den Darstellungen der Überflutungsflächen verwendeten Grids haben eine Rasterweite von 4 Metern. Eine genauere Auflösung wurde getestet, hat jedoch keine wesentlichen Unterschiede gezeigt, den Rechenaufwand allerdings erheblich erhöht.

Die den Simulations-Modellen als Grundlage dienenden Geländemodelle wurden über die im Kataster ausgewiesenen Häuser um 5m erhöht, wodurch in den Überflutungsflächen die Häuser ausgespart bleiben.

## 5.1 Errechnete Überflutungsflächen des Ereignisses 1997

Die simulierte Ganglinie des Ereignis 1997 ist in Kapitel 3.3 dargestellt.

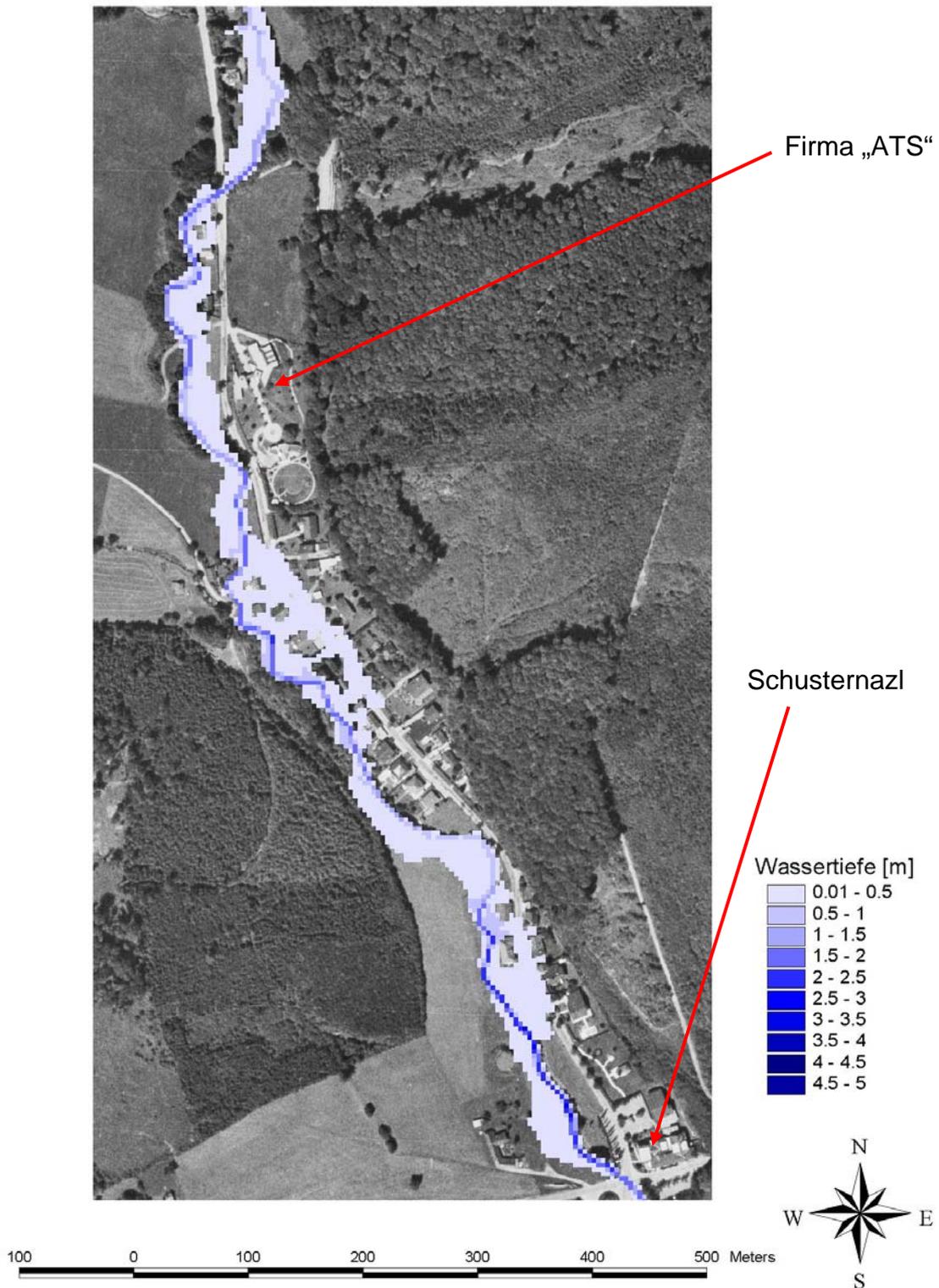


Abbildung 26: Überflutungsfläche Ereignis 1997 von Großhöniggraben bis Gasthaus „Schusternazl“

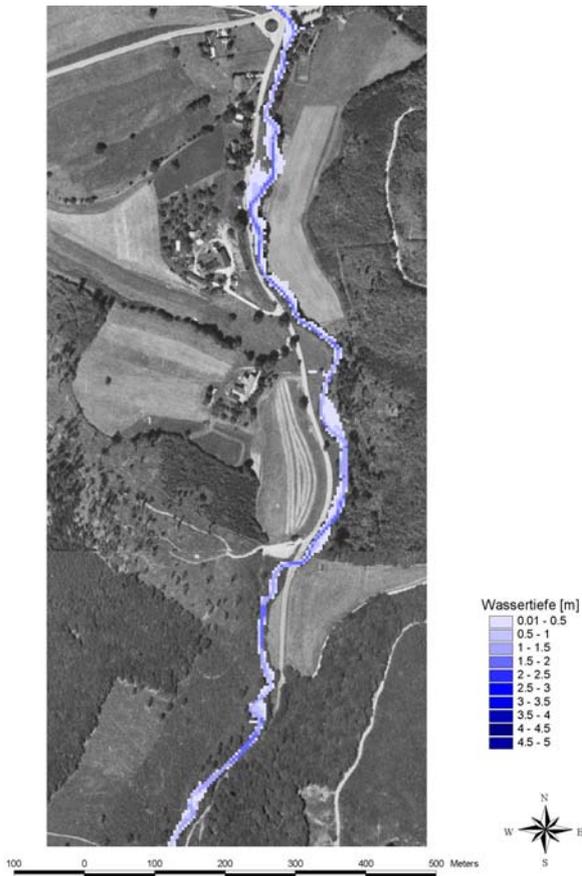


Abbildung 27: hm 49.00 bis „Schusternazi“

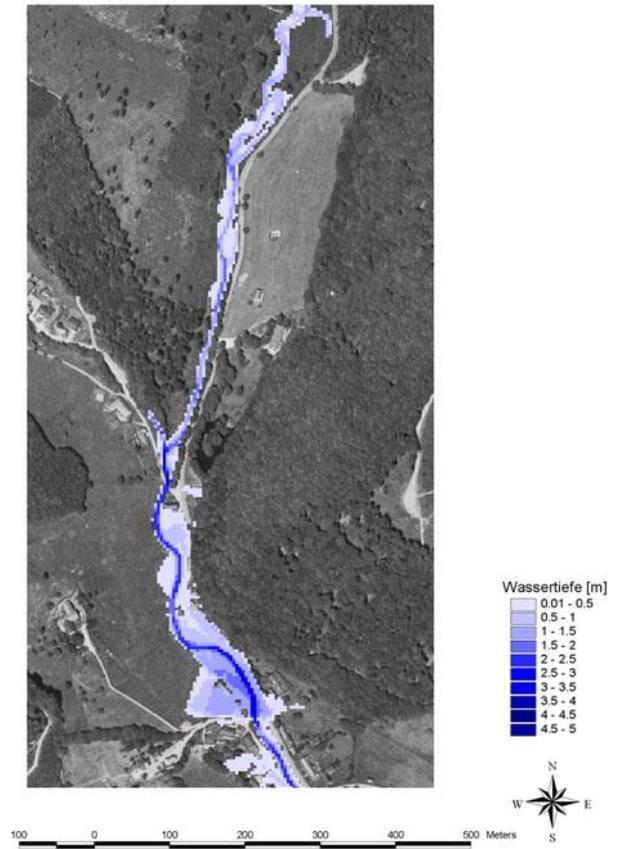


Abbildung 28: hm29.00 bis hm 49.00

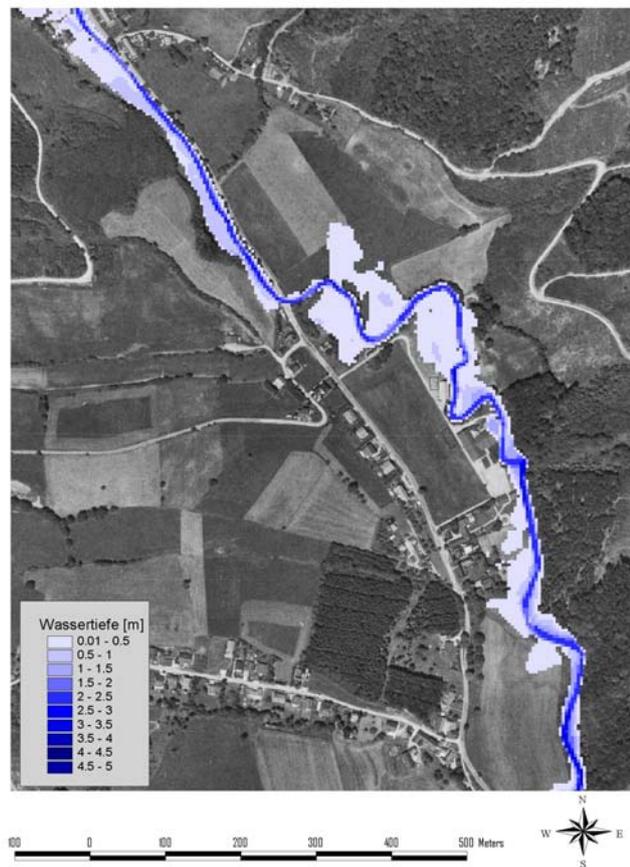


Abbildung 29: hm 14.00 bis hm 29.00

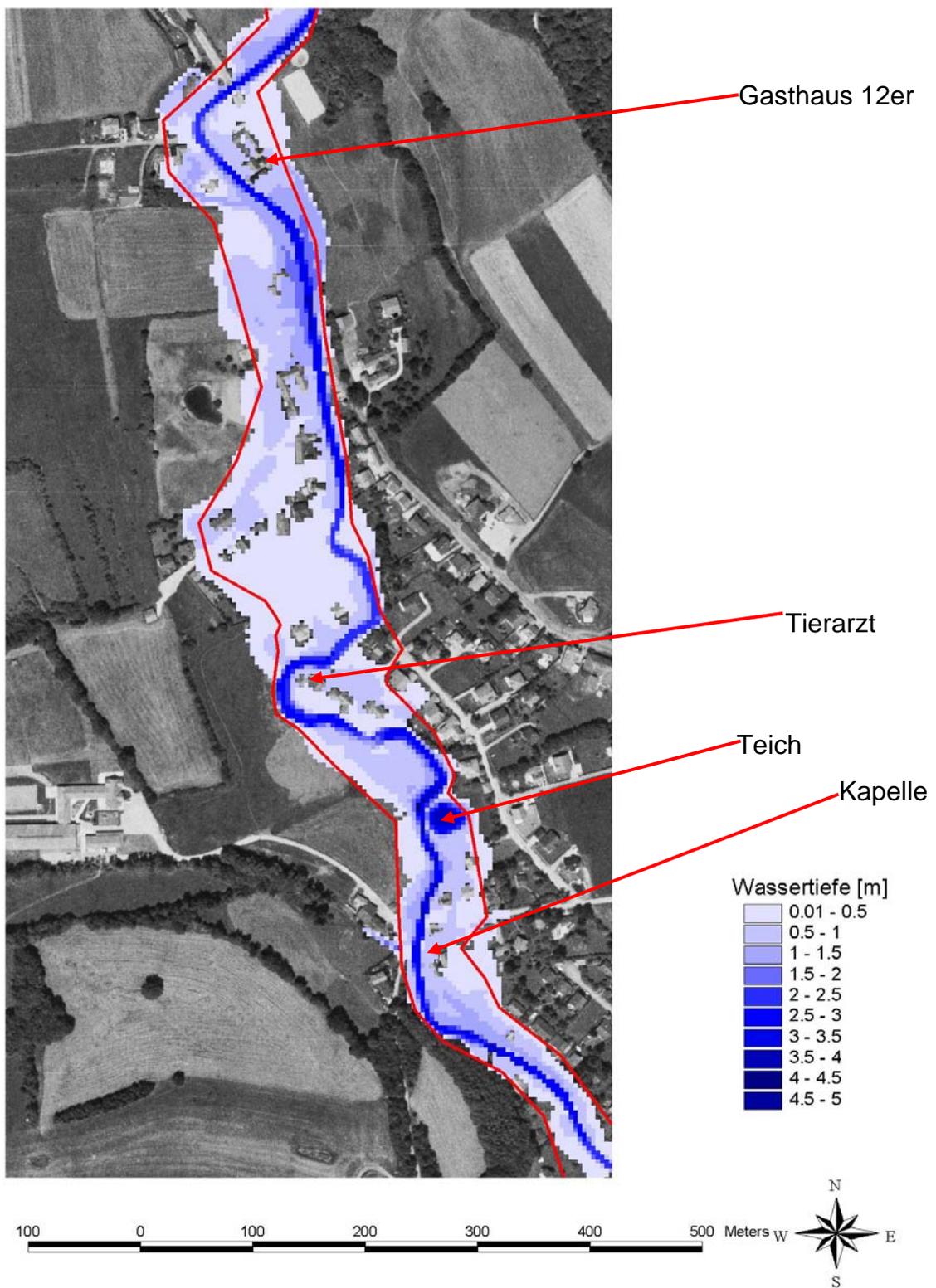


Abbildung 30: Überflutungsfläche Ereignis 1997 im Ortsteil Grub mit durch Befragung von Anrainern rekonstruierter Anschlaglinie

## 5.2 Bemessungsszenario 1 (TN100 nach Gumbel)

<b>Annahmen für das Bemessungsszenario 1</b>	
Jährlichkeit	100 a (Gumbel)
Niederschlagsdauer	36 Std.
Verteilung	endbetont
Ausbreitung	ges. EZG gleichmäßig überregnet

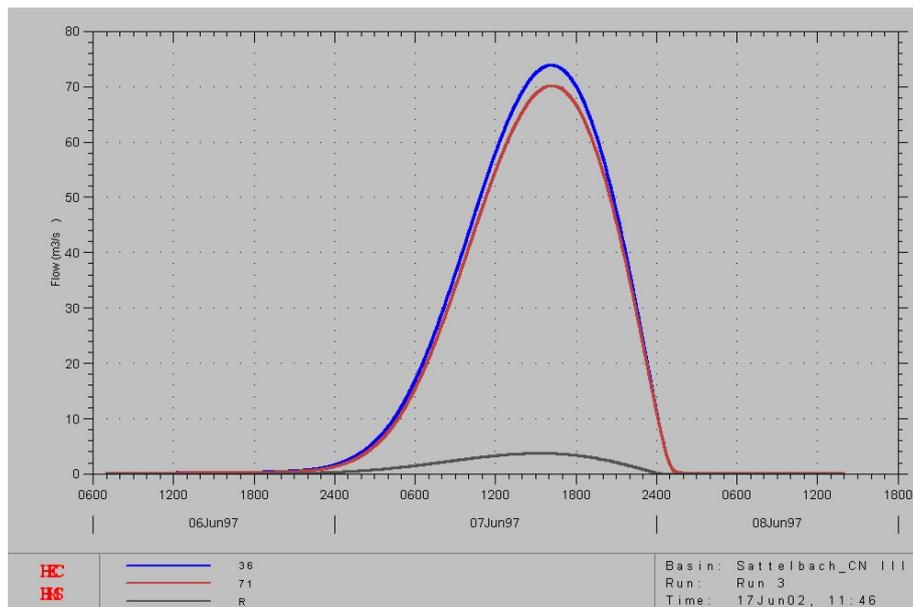


Abbildung 31: Abflussganglinie im Ortsteil Grub (Knoten 36) für das Bemessungsereignis S1

<b>Knoten Nr.</b>	<b>max. Abfluss [m³/s]</b>
1	6.3
2	4.9
3	11.2
8	18.7
10	22.1
19	24.5
20	27.5
25	49.8
26	53.0
29	56.3
31	58.3
32	64.7
34	70.2
36	73.9

Tabelle 7: Max. Abflüsse nach Bemessungsszenario S1 an den Knoten des Flussgebietsmodells

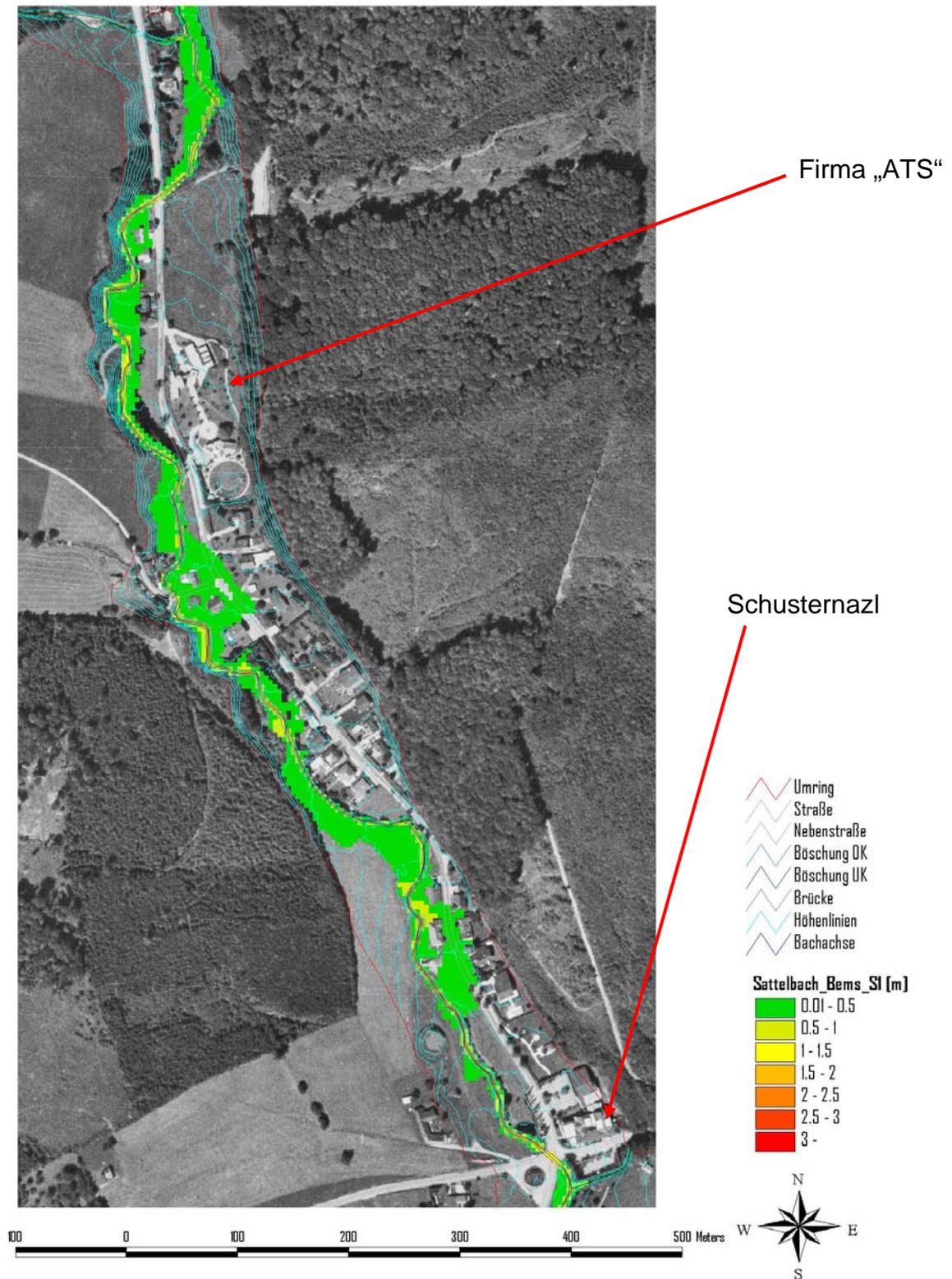


Abbildung 32: Maximale Überflutungstiefen für den Bereich Großhöniggraben bis Gasthaus Schusternazl beim Bemessungsszenario S1

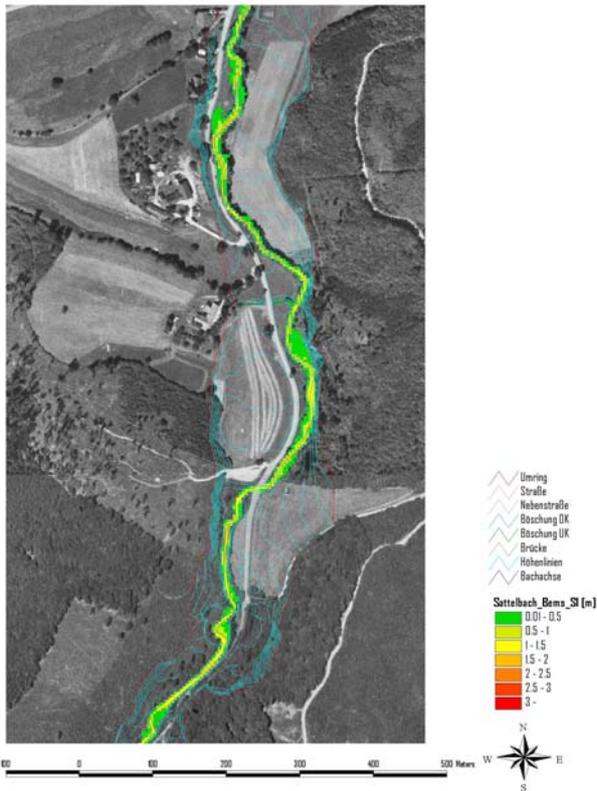


Abbildung 33: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S1 für hm 44.0 – hm 56.0

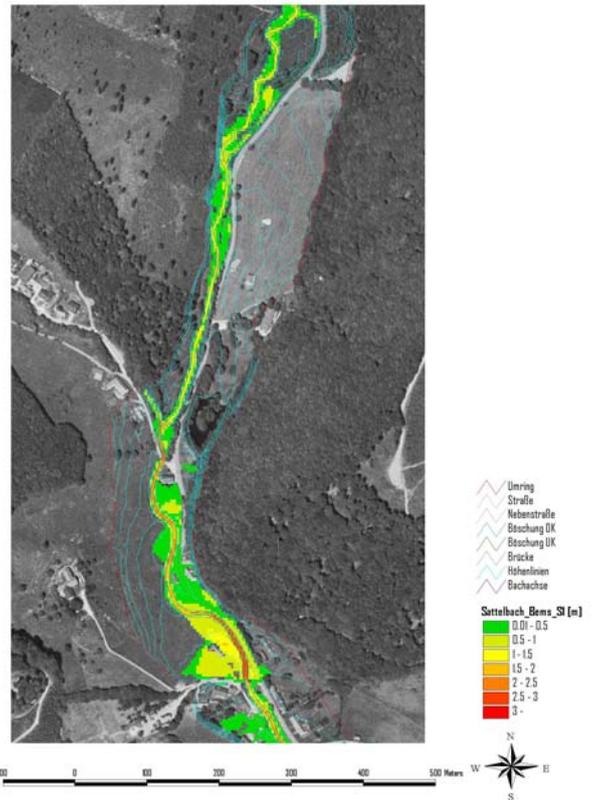


Abbildung 34: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S1 für hm 31.0 – hm 44.0

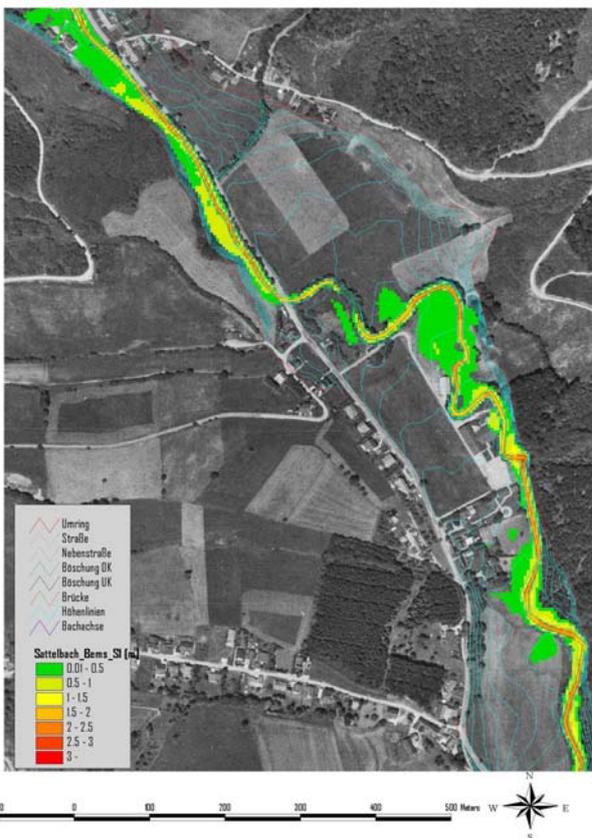


Abbildung 35: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S1 für hm 14.0 – hm 31.0



Abbildung 36: Bereich Gestüt Chat mit Flo-2D gerechnet

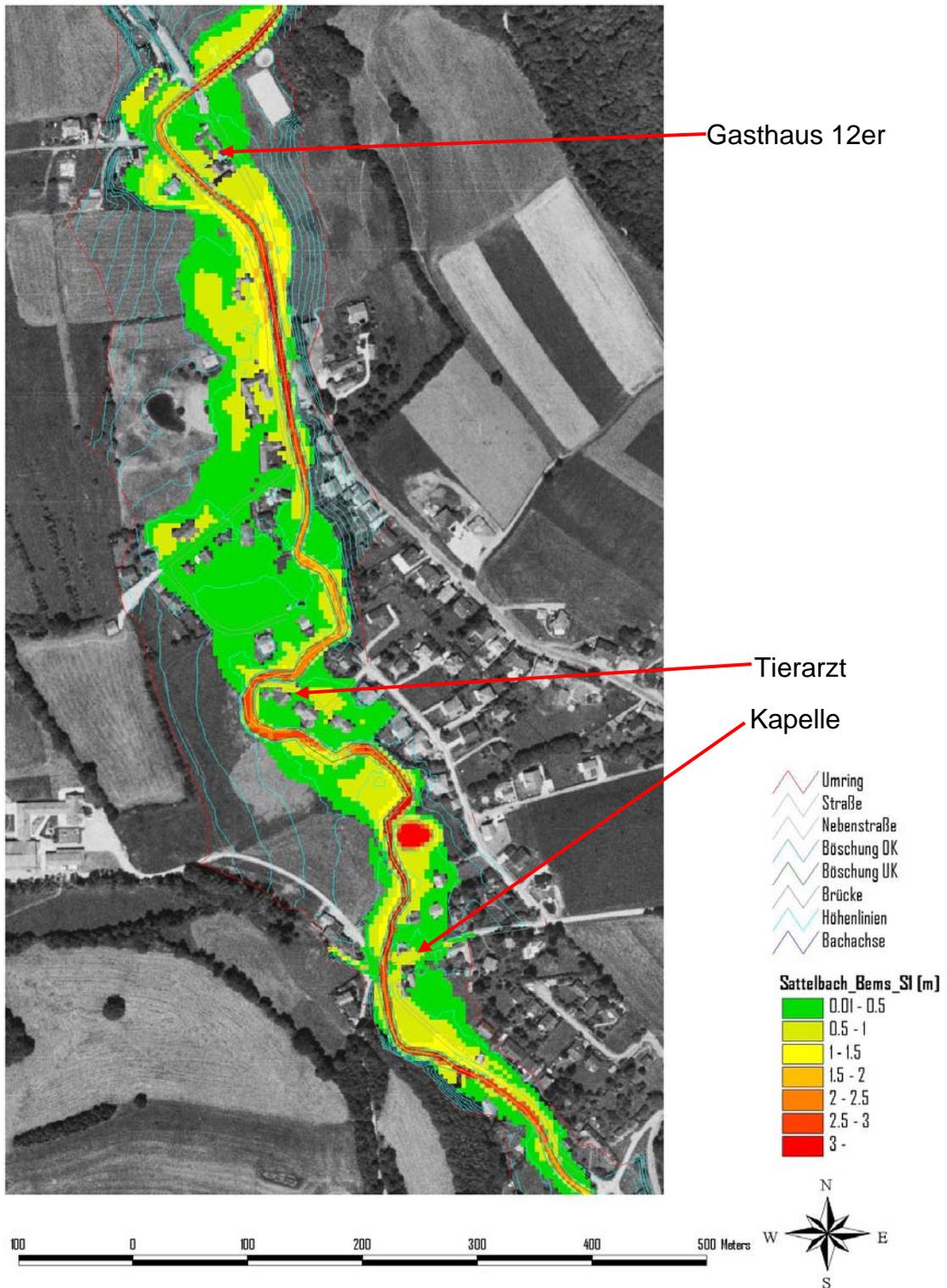


Abbildung 37: Maximale Überflutungstiefen für das Bemessungsszenario S1 im Ortsteil Grub.

### 5.3 Bemessungsszenario 2

<b>Annahmen für das Bemessungsszenario 2</b>	
Jährlichkeit	100 a (Starkregen HD NÖ)
Niederschlagsdauer	24 Std.
Verteilung	endbetont
Ausbreitung	ges. EZG gleichmäßig überregnet

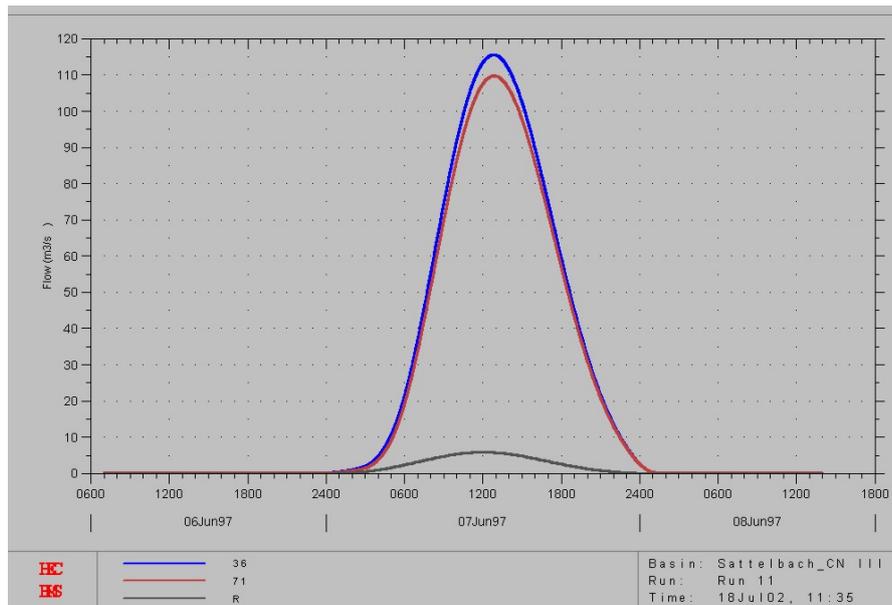


Abbildung 38: Abflussganglinie für das Bemessungsszenario S2 im Ortsteil Grub (Knoter 36)

<b>Knoten Nr.</b>	<b>max. Abfluss [m³/s]</b>
1	9.8
2	7.7
3	17.5
8	29.2
10	34.6
19	38.2
20	43.0
25	78.0
26	82.9
29	88.1
31	91.2
32	101.2
34	109.7
36	115.5

Tabelle 8: Max. Abflüsse nach Bemessungsszenario S2 an den Knoten des Flussgebietsmodells

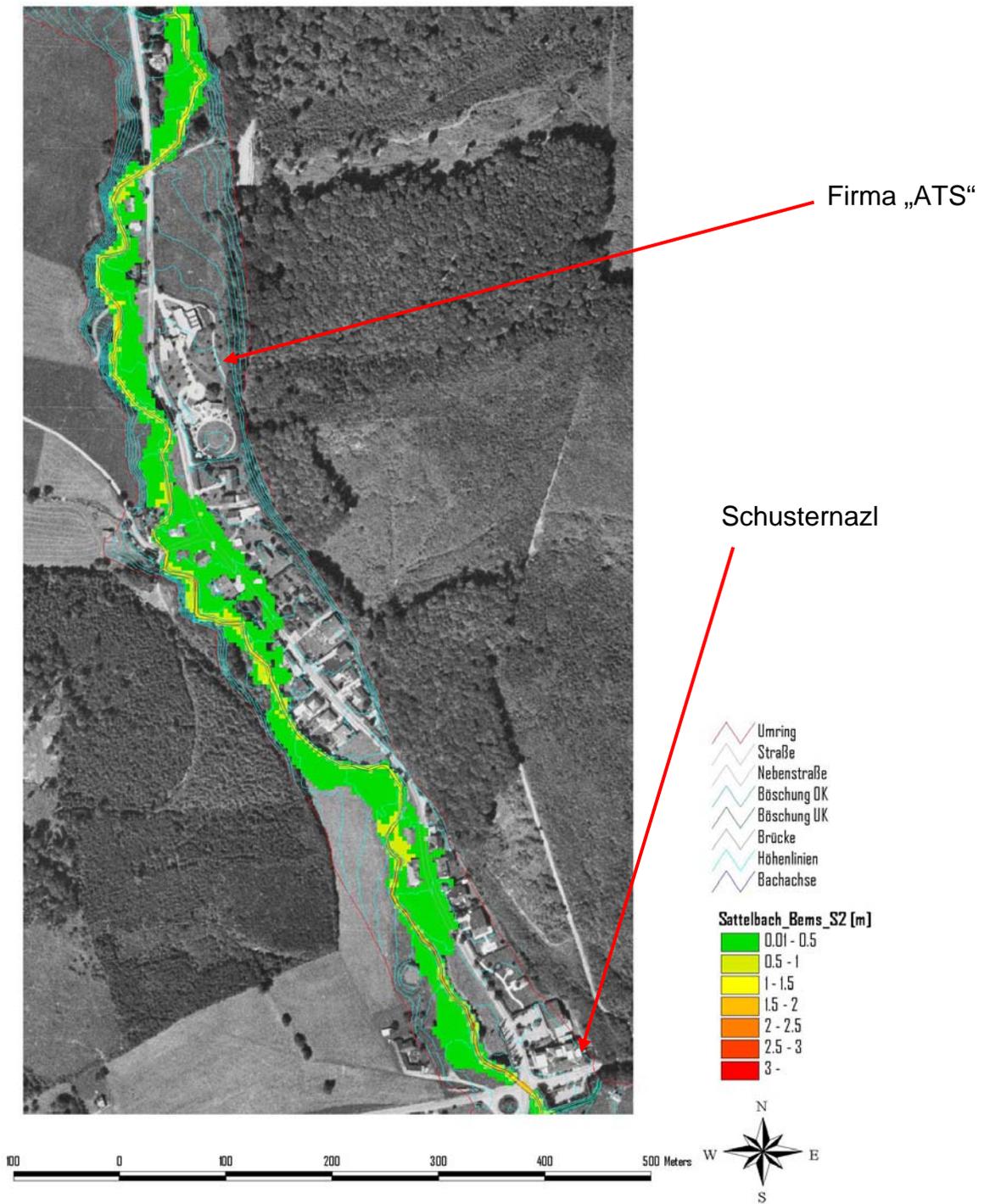


Abbildung 39: Maximale Überflutungstiefen für den Bereich Großhöniggraben bis Gasthaus Schusternatzel nach dem Bemessungsszenario S2

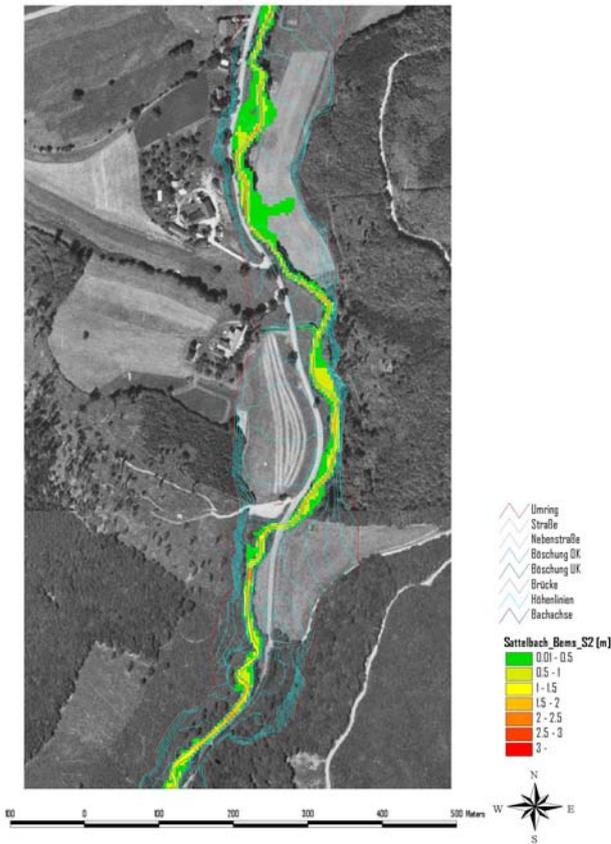


Abbildung 40: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S2 für hm 44.0 – hm 56.8

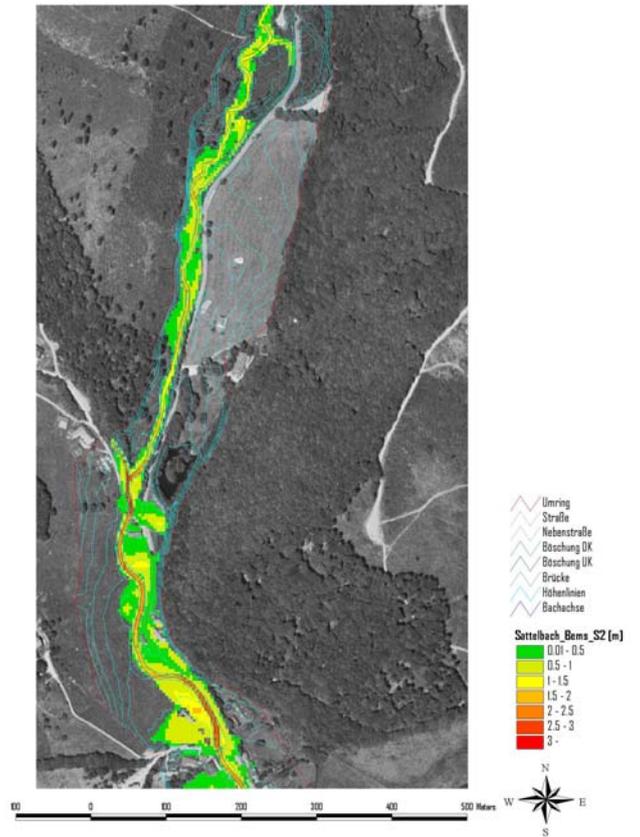


Abbildung 41: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S2 für hm 31.0 – hm 44.0

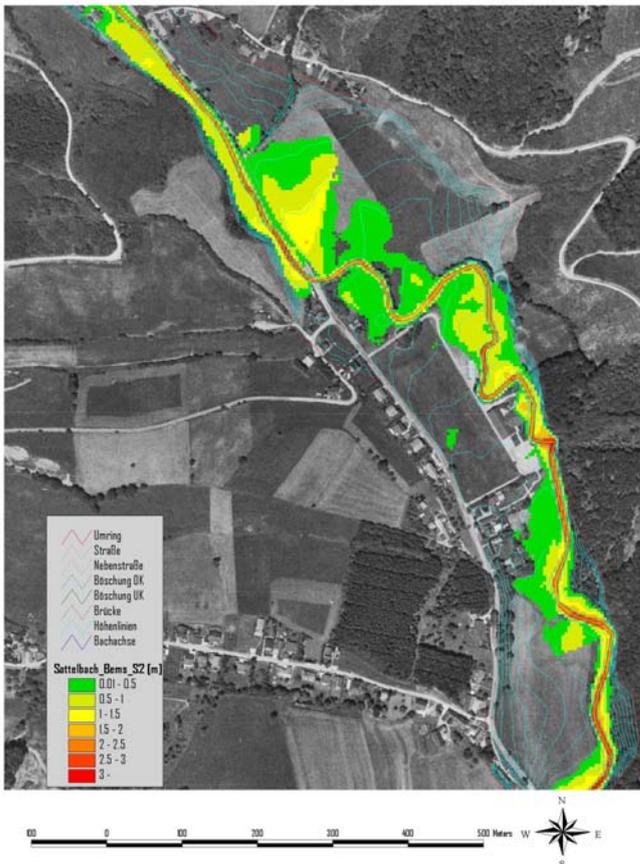


Abbildung 42: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S2 für hm 14.0 – hm 31.0



Abbildung 43: Bereich Gestüt Chat mit Flo-2D gerrechnet

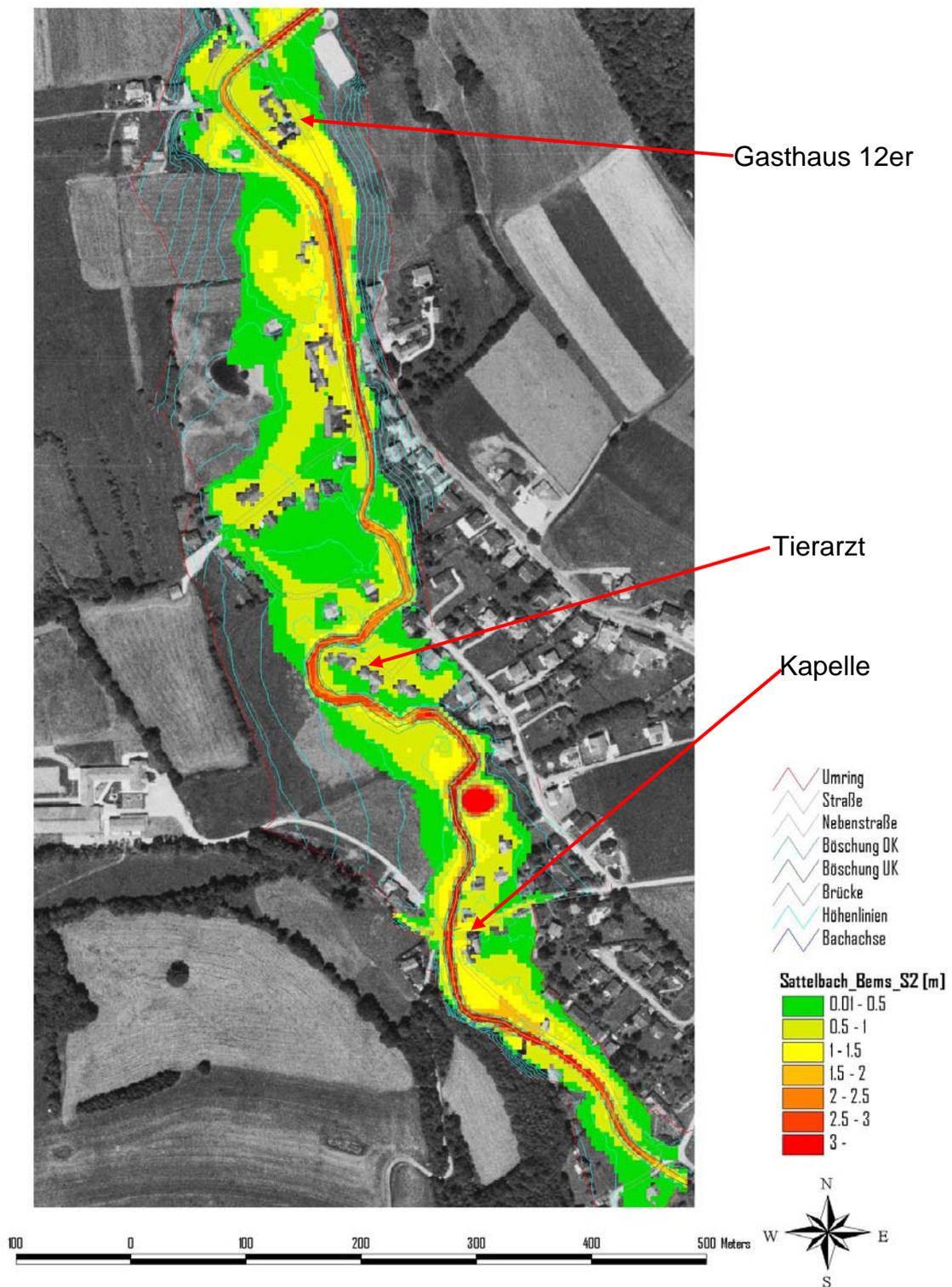


Abbildung 44: Maximale Überflutungstiefen nach Bemessungsszenario S2 für die Ortschaft Grub

## 5.4 Bemessungsszenario 3 (TN 30 nach Gumbel)

Das Bemessungsszenario 3 bezieht sich ausschließlich auf Bereiche außerhalb von Siedlungsgebieten und ist somit nur für den Abschnitt Gasthaus Schusternazl – Gasthaus 12er dargestellt. Die Ganglinie in Abbildung 45 bezieht sich wiederum auf das unterste Systemelement des hydrologischen Flussgebietsmodells.

<b>Annahmen für das Bemessungsszenario 2</b>	
Jährlichkeit	30 a (Gumbel)
Niederschlagsdauer	36 Std.
Verteilung	endbetont
Ausbreitung	ges. EZG gleichmäßig überregnet

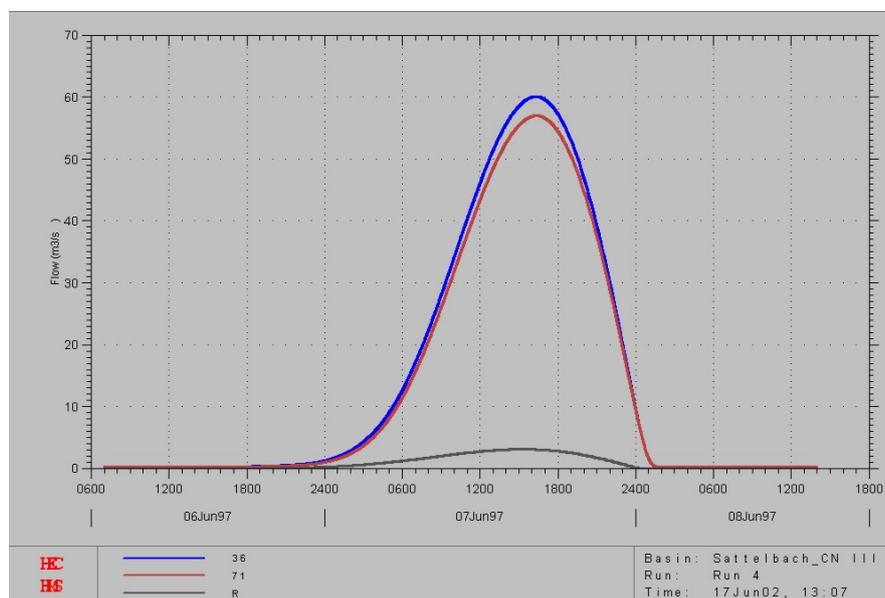


Abbildung 45: Abflussganglinie im Ortsteil Grub für das Bemessungsereignis S3

Knoten Nr.	max. Abfluss [m³/s]
1	5.1
2	4.0
3	9.1
8	15.2
10	18.0
19	19.9
20	22.3
25	40.4
26	43.0
29	45.7
31	47.3
32	52.6
34	57.0
36	60.1

Tabelle 9: Max. Abflüsse nach Bemessungsszenario S3 an den Knoten des Flussgebietsmodells

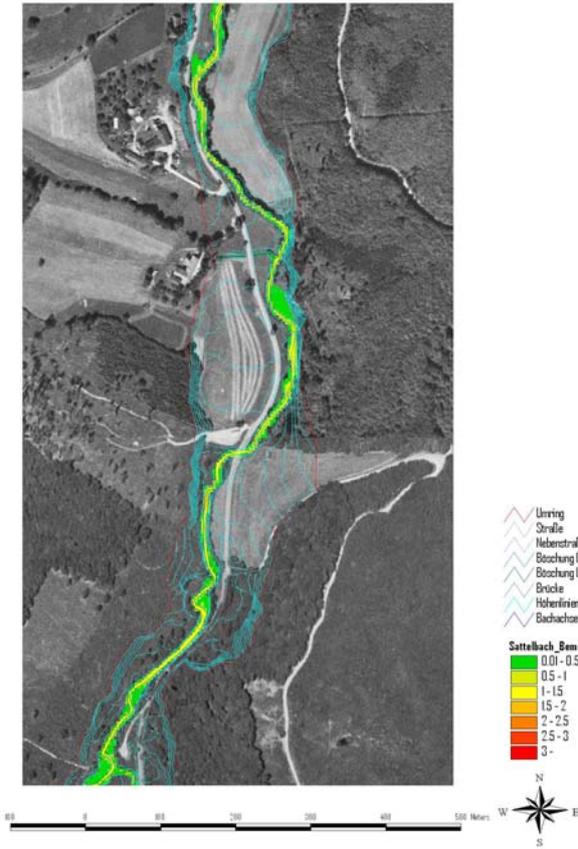


Abbildung 46: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S3 für hm 44.0 – hm 56.8

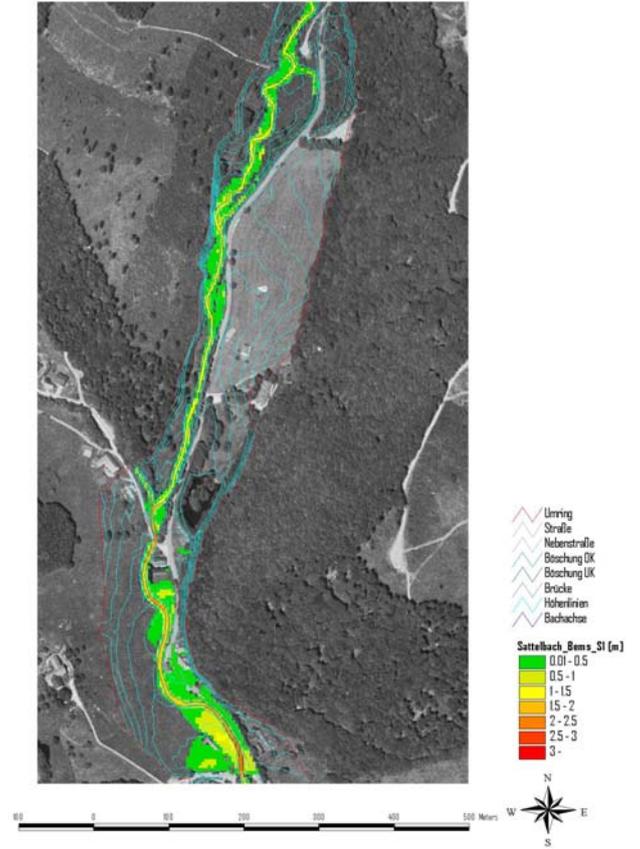


Abbildung 47: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S3 für hm 31.0 – hm 44.0

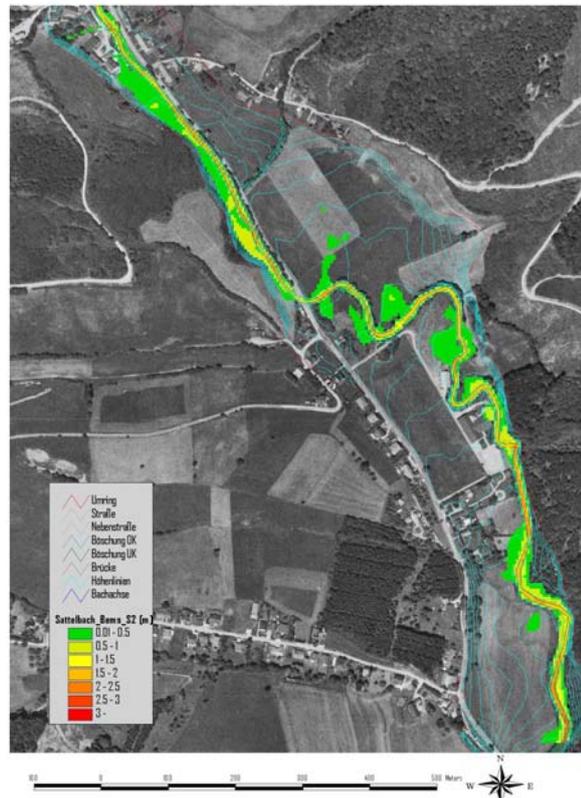


Abbildung 48: Maximale Überflutungstiefen nach Szenario S3 für hm 14.0 – hm 31.0

## 5.5 Hinweis zum Gefahrenzonenplan

Das Modell Flo-2D liefert für jedes Gridelement die maximale Überflutungstiefe sowie die maximal aufgetretene Fließgeschwindigkeit. Unter anderem sind die Wassertiefe und die Höhe der Energielinie Abgrenzungskriterien für die Gefahrenzonenplanung.

Kriterium	Zone	Bemessungsereignis
Stehendes Wasser	Rot	Wassertiefe $\geq 1.5$ m
	Gelb	Wassertiefe $\leq 1.5$ m
Fließendes Wasser	Rot	Höhe der Energielinie $\geq 1.5$ m
	Gelb	Höhe der Energielinie $\leq 1.5$ m

Tabelle 10: Kriterien für die Gefahrenzonenabgrenzung (Richtlinien für die Gefahrenzonenplanung)

Über die maximale Fließgeschwindigkeit wurde die Höhe der Energielinie für jedes Gridelement errechnet und im GIS über diese zwei Kriterien jedem Gridelement eine Gefahrenzone zugeordnet. Das Ergebnis ist in Abbildung 49 ersichtlich.

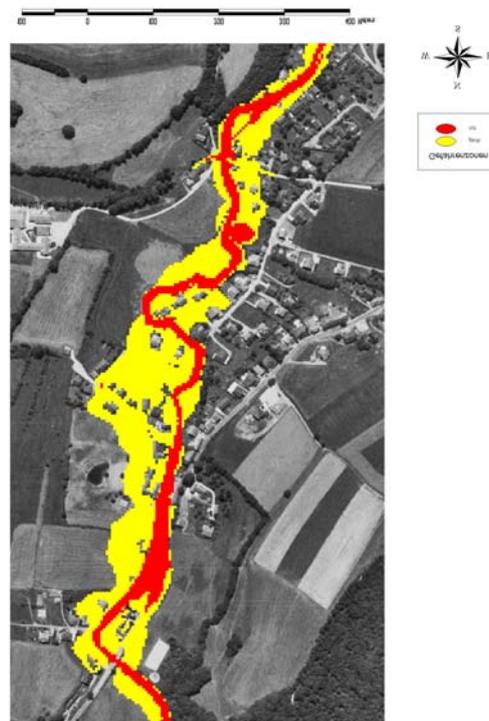


Abbildung 49: Errechnete Gefahrenzonen nach Abgrenzungskriterien aus den „Richtlinien zur Gefahrenzonenplanung“ für die Ortsbereich Grub.

Es fällt auf, dass sich die rote Gefahrenzone fast ausschließlich auf den Bachbereich beschränkt. Dies erklärt sich durch die hohen Abgrenzungswerte für diese beiden Kriterien. Die Energiehöhe von 1.5 m wird beispielsweise bei einer Fließgeschwindigkeit von 3 m/s erst bei einer Fließtiefe von ca. 1.04 m erreicht. In wie weit solche Abflussverhältnisse tatsächlich erst dem Übergang von gelber in rote Zone entsprechen sollte abgeklärt werden. Auch der, alleine aus den Rechenwerten abgeleitete Gefahrenzonenplan, erscheint nicht in allen Bereichen sinnvoll.

## 6 Geschiebepotential und Geschiebefrachterhebung

### 6.1 Methodik

Zur Berechnung und Simulation des Geschiebetriebes werden als Eingangsdaten charakteristische Korndurchmesser ( $d_{30}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{90}$ ) benötigt. Zur Ermittlung dieser Werte wurden an mehreren charakteristischen Standpunkten (Abbildung 50) Linienzahlanalysen der Deckschicht aufgenommen. Auf eine Siebung der Feinkomponenten wurde aufgrund der geringen Einflußnahme dieser Fraktionen auf die Simulation des Geschiebetriebes verzichtet. Der Feinanteil wurde jedoch nach Umrechnung der Linienzahlanalyse in eine Volumsgewichtsanalyse über eine starre Zusammenlegung mit eine Fullerkurve errechnet (FEHR 1987).

### 6.2 Linienzahlanalysen

Insgesamt wurden an 11 Standorten Linienzahlanalysen durchgeführt.

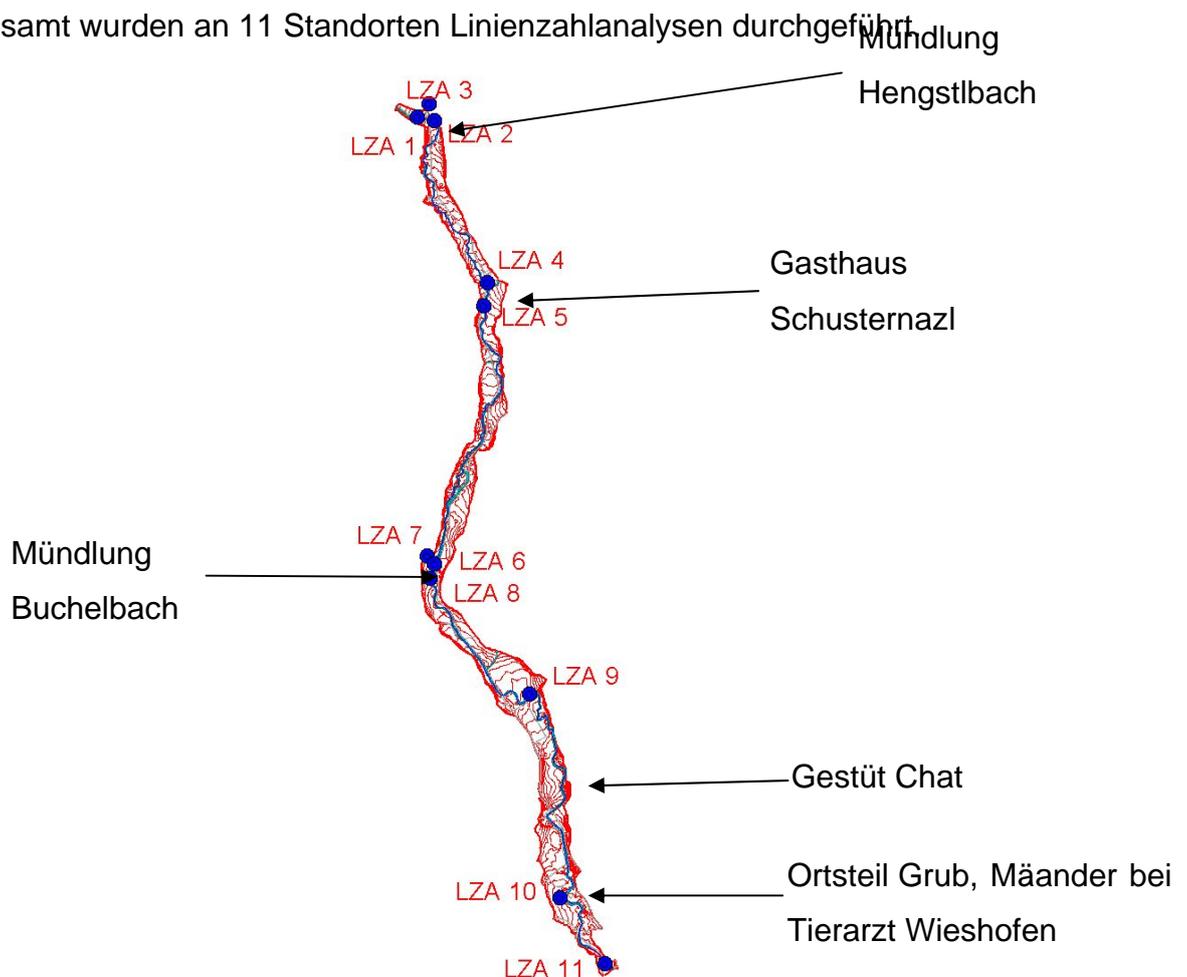


Abbildung 50: Standpunkte der Linienzahlanalysen

Um eine eventuell vorhandene Änderung der Kornzusammensetzung mit der Transportstrecke, bzw. einen Geschiebeeintrag durch die Zubringer zum Sattelbach zu erkennen, wurden die Standpunkte jeweils *vor*, *im* und *nach* den großen Zubringern gewählt. Zusätzlich wurden 2 Standpunkte im Ortsteil Grub sowie 1 Standpunkt im stark mäandrierenden Bereich vor dem Ortsteil Grub gesetzt (siehe Abbildung 50).

Am Tag der Aufnahmen herrschte Niedrigwasser wodurch sich die Möglichkeit ergab die Geschiebemessungen an Auflandungsbereichen in Außenkurven durchzuführen. Fotos der einzelnen Standpunkte sind im ArcView Projekt „Sattelbach“ als Hyperlinks eingefügt.

Ein Beispiel einer ausgewerteten Linienzahlanalyse im einfach logarithmischen Diagramm gibt Abbildung 51, und zwar oberhalb, unterhalb und im rechtsufrigen Zubringer Buchelbach.

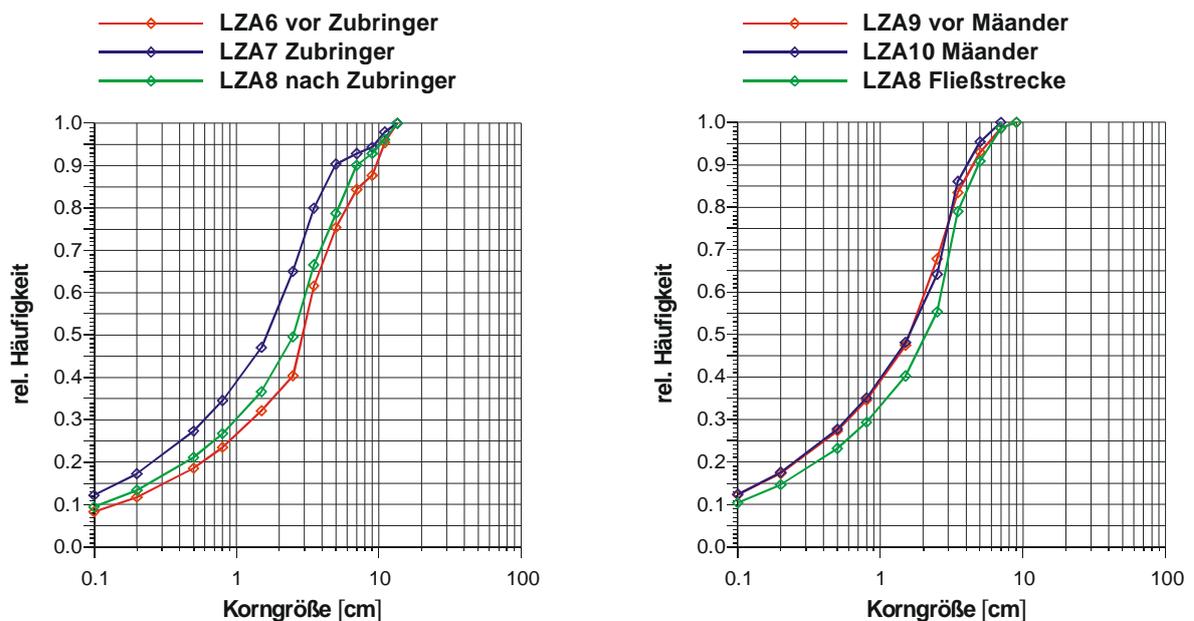


Abbildung 51: Ausgewertete Linienzahlanalysen

Die maßgeblichen Korndurchmesser  $d_{90}$ ,  $d_{50}$  und  $d_{30}$  sind im Bezug zum Längsschnitt in Abbildung 52 dargestellt. Es fällt auf, dass keine offensichtliche Tendenz einer Veränderung der Durchmesser-Verteilung über die Fließstrecke vorliegt, woraus geschlossen werden kann, dass es keinen typischen Erosionsherd als Geschiebelieferant gibt. Die hohen Mittelwerte der Linienzahlanalysen 6,7,8 ergeben sich durch den Zubringer Buchelbach.

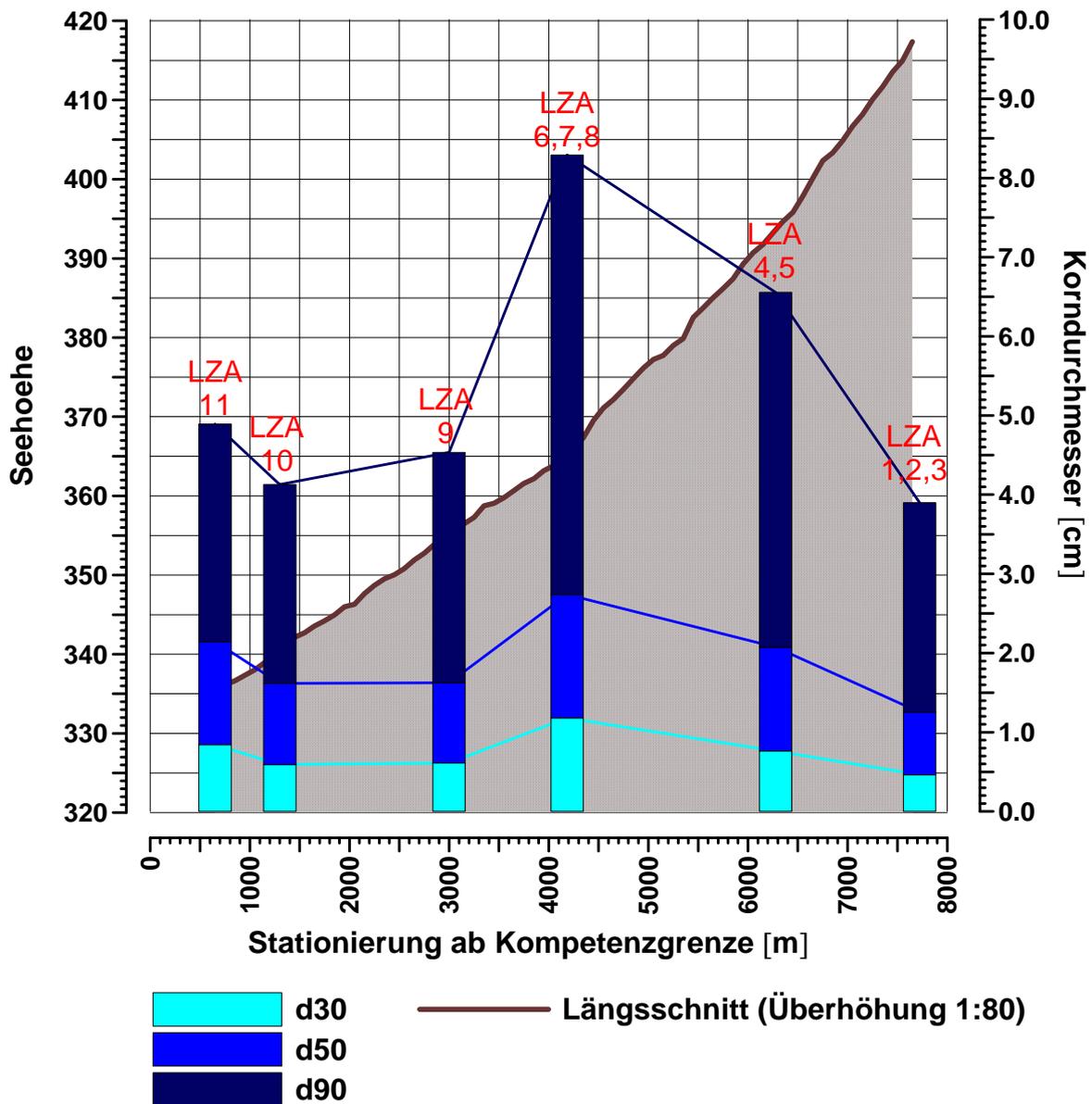


Abbildung 52: Ergebnisse der Linienzahlanalysen

Am Längsschnitt ist ersichtlich, dass der Sattelbach sein Ausgleichsgefälle angenommen hat, wodurch Tiefenerosion ausgeschlossen werden kann. Es liegt nahe, dass Umlagerungsprozesse stattfinden (Erosion in Außenkurven und Anlandungen im Innenkurvenbereich) und somit die Uferböschungen als die einzigen Erosionsherde angesehen werden können.

### 6.3 Geschiebepotentialerhebung

Im Zuge der Rauheitskartierung wurden parallel zu den Rauheitsklassen auch Geschiebepotentiale erhoben. Dabei wurden einerseits  $\text{m}^3/\text{lfm}$  Geschiebepotential durch Ufererosion, andererseits auch Geschiebeablagerungen im Sohlbereich  $[\text{m}^3]$  kartiert.

Zur Anschätzung des Geschiebepotentials durch Ufererosion ist anzumerken, dass es sich dabei nur um gutachtliche Schätzwerte handelt. Da auch der Uferzustand kartiert wurde (siehe Abbildung 53), wurden den einzelnen Böschungskategorien Erosionswerte zugewiesen und dadurch eine Vereinheitlichung geschaffen.



Abbildung 53: Beispiel für Kartierung der verschiedenen Uferkategorien

Da eine Darstellung des im GIS aufbereiteten Geschiebepotentials auf Grund der Fließlänge nur in sehr großem Maßstab möglich ist, wird hier auf das ArcView – Projekt „Sattelbach.apr“ verwiesen. Die den einzelnen Kategorien zugewiesenen Erosionspotentiale sowie die daraus resultierenden Geschiebepotentiale sind in Tabelle 11 ersichtlich.

Kategorie Uferböschung	Σ Laufmeter [m]	Erosionspotential Var.I [m <sup>3</sup> /lfm]	Erosionspotential Var.II [m <sup>3</sup> /lfm]	Geschiebe-potential Var.I [m <sup>3</sup> ]	Geschiebe-potential Var.II [m <sup>3</sup> ]
betonierte Grobsteinsschichtung	129.1	0	0	0	0
betonierte Ufermauer	691.5	0	0	0	0
Brücke	151.5	0	0	0	0
Grobsteinschichtung_glatt	750.3	0	0	0	0
Grobsteinschichtung_rau	581.7	0	0	0	0
Grobsteinwurf	299	0.1	0.1	30	30
Holzwand	44.3	0	0	0	0
nicht befestigt mit Vegetation (Baum&Strauch)	10108.7	0.3	1	3032	10108
nicht befestigt mit Vegetation (Wiese)	237.2	0.2	0.3	47	71
nicht befestigt ohne Vegetation	1101.4	0.5	1	551	1101
Weidenfaschinen und übergesetzte Spreitlagen	9.6	0.1	0.1	1	1
Sohlablagerungen				569	569
Summe	14104			4230	11880

Tabelle 11: Erosionswerte für unterschiedliche Böschungskategorien

Diese Aufnahmen dienen neben der Erhebung der maßgeblichen Korndurchmessern als Eingangsparameter für das Simulationsprogramm MORMO.

## **7 Geschiebesimulation**

### **7.1 Methodik**

Da typische Geschiebeablagerungsbereiche bekannt sind (wie z.B.: Mäander bei Tierarzt in Grub) wird versucht das Modell in diesen Teilbereichen zu kalibrieren. Nach erfolgreicher Kalibrierung werden an den Bereichen, an denen Geschiebeablagerungen (Aufweitungen – siehe Kapitel 8) geplant sind weitere Simulationen durchgeführt um Parameter zum Geschiebetransport an ebendiesen Bereichen zu erhalten und in die detaillierte Planung dieser Rückhaltebecken einfließen zu lassen.

Auf die Geschiebesimulation der gesamten Bachstrecke wird auf grund extrem großen Rechen- und Zeitaufwands verzichtet.

Die Simulation wird mit dem Programmpaket MORMO durchgeführt. Eine Beschreibung dieser Software findet sich im folgenden Kapitel.

### **7.2 Allgemeines zum Programmpaket MORMO (STEINWENDTNER 2002)**

Programme zur Simulation des Geschiebetransportes, wie zum Beispiel MORMO; können für folgende Aufgabenstellungen herangezogen werden:

- Simulation des Geschiebetransportes
  - Transportierte Kubaturen
  - Quantifizieren von Erosion und Auflandung
- Dimensionieren und Optimieren von Einbauten
  - Herausfiltern optimaler Standorte
  - Erforderliche Kubaturen für Geschieberückhalt
- Quantifizieren von Auswirkungen von Einbauten oder Änderungen im Abflussregime (Zusätzliche Einleitungen, Wasserentnahme)

Wichtig ist dabei festzuhalten, dass gerade die Simulation des Geschiebetransportes, aufgrund mangelnder Kalibrierungsmöglichkeiten, vor allem durch qualitative Aussagen über den Geschiebehaushalt eines Einzugsgebietes wertvolle Erkenntnisse liefert, absolute Zahlen aber mit der nötigen Skepsis zu betrachten sind.

Das Programmpaket MORMO (MORphologisches MOdell) wurde von R. Hunziker 1995 an der ETH Zürich entwickelt. Es dient in erster Linie zur eindimensionalen

Berechnung des Sedimenttransportes in geschiebeführenden Flüssen, kann aber auch, aufgrund der großen Auswahlmöglichkeit an Geschiebetransportformeln, in Wildbächen mit zumeist (gegenüber Flüssen) sehr großem Gefälle eingesetzt werden. MORMO organisiert einerseits die Datenübergabe mehrerer unabhängiger Unterprogramme und führt andererseits die Berechnung des Sedimenttransportes durch. Dabei werden Veränderungen in der Querprofilgeometrie, verursacht durch Erosion oder Auflandung voll berücksichtigt. Jede Simulation mit dem Programmpaket MORMO beginnt mit der Festsetzung des Flussgebietsmodells, das ein Schema des zu untersuchenden Gebietes darstellt. Die Geometrie eines Baches oder Flusses wird durch Querprofile erfasst, wobei zu jedem Profil auch Angaben über die Korngrößenverteilung und die Rauigkeit der Sohle und der Ufer eingegeben werden müssen. Mehrere Querprofile zusammen definieren einen Gewässerabschnitt. Zusammenflüsse oder Einbauten werden durch Knoten berücksichtigt. Diese Knoten können mehrere Flussabschnitte miteinander verbinden. Für jeden Flussabschnitt kann eine eigene Ganglinie definiert werden.

Zubringer werden mit dem Programmpaket MORMO durch ein erhöhtes Wasserangebot im Hauptbach und mit ihren Geschiebeeinträgen berücksichtigt. Seitliche Feststoffeinstöße können auf mehrere Arten simuliert werden, wobei zumeist ein sogenannter pauschaler Geschiebeeintrag (Angabe der Kubatur über einen bestimmten Zeitraum) verwendet wird.

MORMO überträgt somit ein geschätztes Geschiebepotential in die tatsächlich zu erwartende Geschiebefracht, die, neben dem zur Verfügung stehenden Feststoffangebot, in erster Linie von den Neigungsverhältnissen im Einzugsgebiet und von der Form der Abflussganglinien abhängt. Sehr oft zeigt sich dabei der räumlich äußerst variable Verlauf der Geschiebefracht und die hohe systeminterne Pufferwirkung gegenüber extremen Geschiebeeinträgen (HÜBL et al., 1998).

Als wichtigste graphische Resultate der numerischen Simulation erhält man ein Sohlendifferenzen- (Erosion/Auflandung über Lauflänge) und ein Transportdiagramm (Geschiebefracht über Lauflänge). Für das Sohlendifferenzendiagramm werden, bezogen auf den Ausgangszustand der Simulation, die während der Berechnungszeit erfolgten Veränderungen der mittleren Sohle entlang der Strecke aufgetragen. Das Transportdiagramm stellt den aufsummierten Geschiebetransport in Kubikmeter dar. Neben den anderen

Graphiken ist das Transportdiagramm ein wichtiges Mittel um einen Überblick über den Geschiebehaushalt und das generelle Transportverhalten eines Fließgewässers zu erhalten.

### **7.3 Eingangsparmeter**

Die der Berechnung zugrundeliegenden Querprofile wurden mit Hilfe des Programms Caddy über das in Kapitel 2 beschriebene Geländemodell aus der terrestrischen Vermessung generiert. Die Profilabstände betragen 25 bis 50 m. Die Rauigkeiten wurden wie in der Reinwassersimulation angesetzt.

Der Abfluss wurde nach dem Bemessungsereignis 1 definiert.

Der Geschiebeeintrag wurde einerseits am Beginn der Simulationsstrecke über die Transportkapazität definiert. Ein zusätzlicher Geschiebeeintrag wurde anhand der Geschiebepotentialkartierung (siehe Kapitel 6) zwischen den einzelnen Profilen angesetzt. Die Korngrößenverteilung ergibt sich aus den Linienzahlanalysen. Als zugrundeliegender Berechnungsansatz wurde „Meyer Peter Müller“ gewählt.

### **7.4 Ergebnisse**

#### **7.4.1 Bereich Grub und Aufweitung, hm 12.3 bis hm 26.8**

Im Bereich Grub (hm 12.3 bis hm 26.8) sind zwei deutliche Ablagerungsbereiche erkennbar. Einerseits bei hm 13.0 bis ca. hm 15.0 (Mäander Tierarzt) und andererseits zwischen hm 20.0 und hm 24.0 (Bereich Gasthof 12er). In der relativ einheitlichen Fließstrecke zwischen diesen beiden Bereichen treten nur geringere Auflandungen auf (siehe Abbildung 54), was in etwa auch den Auskünften der Anrainer bezüglich des Ereignisses 1997 entspricht. Sohleintiefungen treten an der gesamten Simulationsstrecke nicht auf.

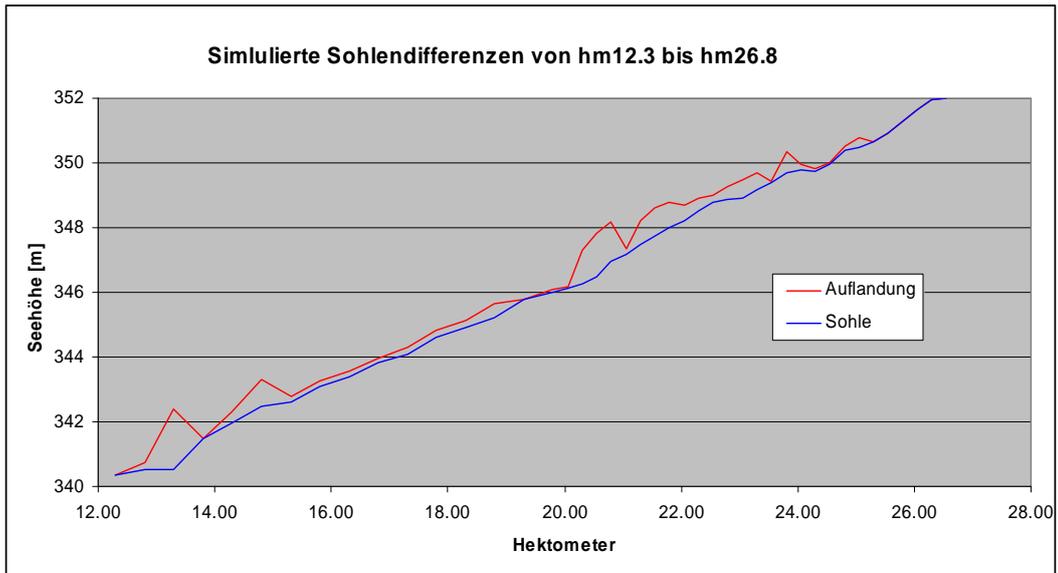


Abbildung 54: Simulierte Sohländerungen im Bereich Grub

Die je Profil transportierten Geschiebemengen sind in Abbildung 55 dargestellt.

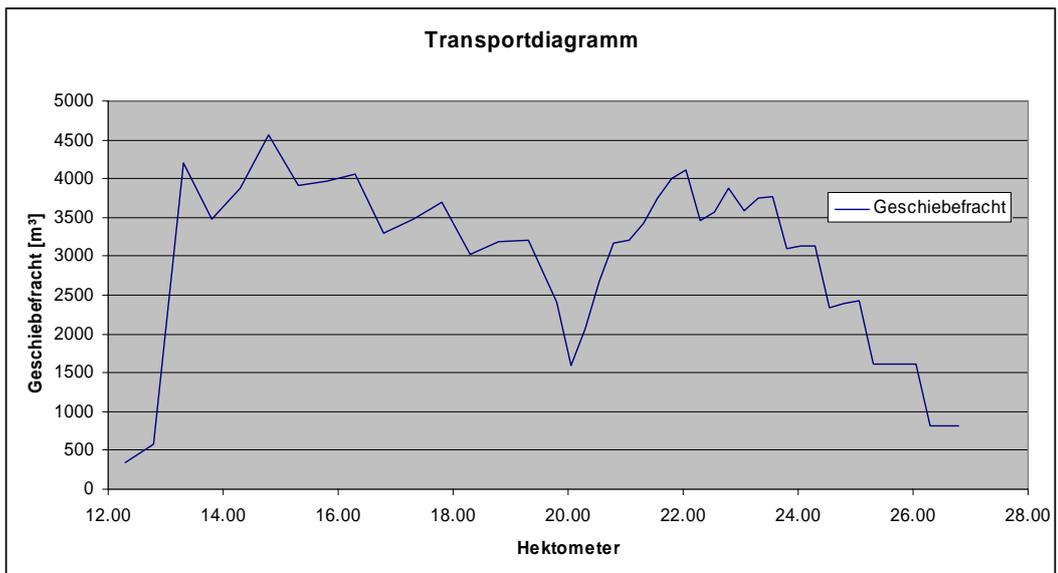


Abbildung 55: Simulierte Geschiebefrachten im Bereich Grub

#### 7.4.2 Bereich hm 66.0 bis hm 69.0

Für die Simulation in diesem Bereich wurde der Geschiebeeintrag über die ersten drei Querprofile nach den Geschiebepotentialerhebungen angenommen. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Ablagerungsbereich von hm 65.75 bis hm 67.75 (siehe Abbildung 56). Die Geschiebefrachten je Profil sind in Abbildung 57 dargestellt.

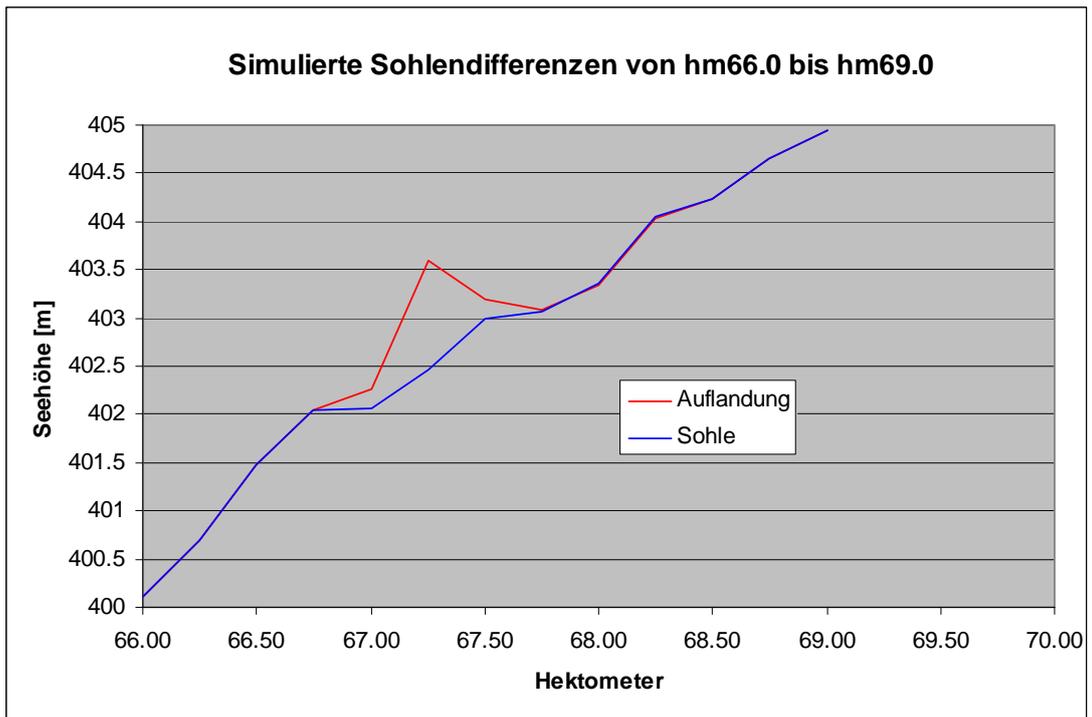


Abbildung 56: Simulierte Sohländerungen im Bereich hm 66.0 bis hm 69.0

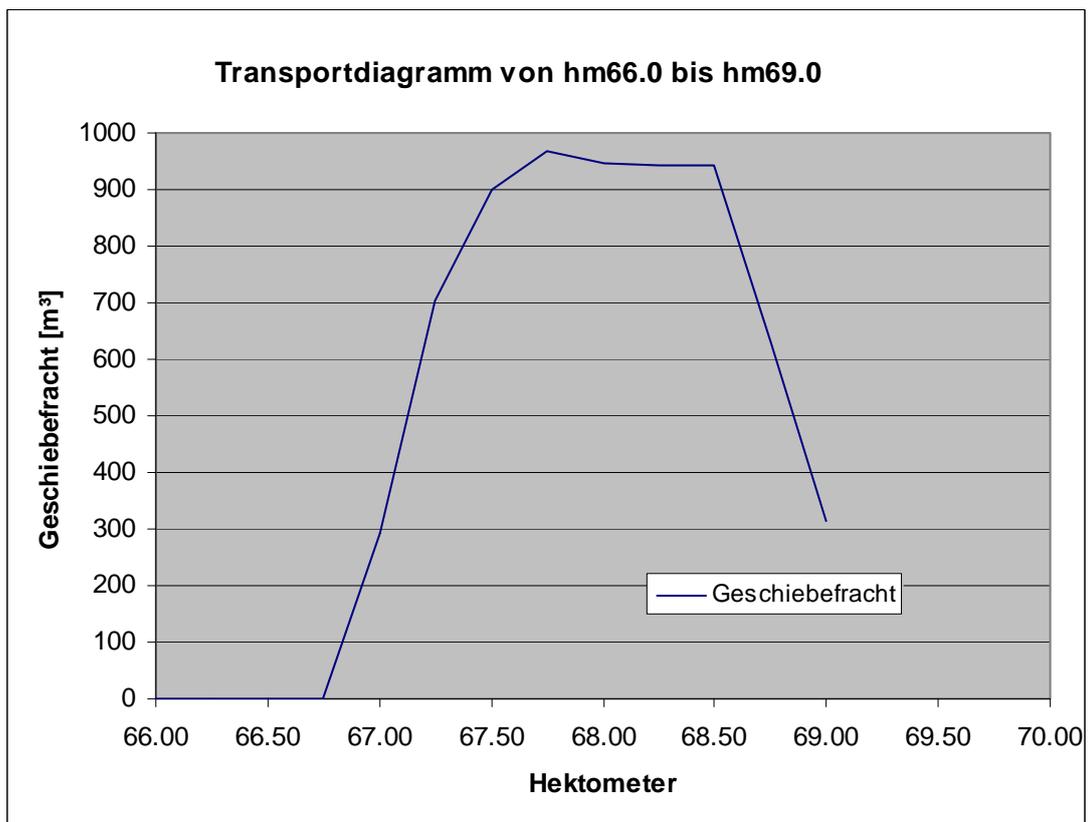


Abbildung 57: Simulierte Geschiebefrachten im Bereich hm 66.0 bis hm 69.0

## 8 Generelle Maßnahmenplanung

Um die generelle Maßnahmenplanung übersichtlich zu gestalten, wurden für verschiedene Baumaßnahmen (Positionen) Symbole erstellt, die in den folgenden Darstellungen verwendet werden. In Tabelle 12 werden sämtliche zur Verwendung gelangten Symbole zur Erklärung dargestellt.

Die einzelnen Maßnahmenvorschläge wurden auf grund der simulierten Überflutungs- und Ausbruchbereiche ausgewiesen.

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen sind nur als generelle Maßnahmenplanung zu sehen und somit nicht bis ins Detail ausgeführt. Eine detaillierte Ausführung (z.B.: Bemaßungen) obliegt der Gebietsbauleitung.

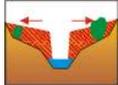
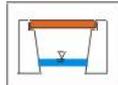
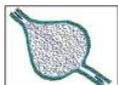
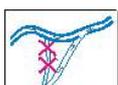
Symbol	Bedeutung
	2-teiliges Profil zur Vergrößerung des Abflussquerschnittes
	Vergrößerung des Abflussquerschnittes bei Brücken und Durchlässen
	Aufweitung
	Erddamm
	Gerinneverlegung bzw. Flutmulde
	Grobsteinschichtung
	Ufermauer

Tabelle 12: Symbolbaukasten zur Maßnahmenplanung

Eine Übersicht der generellen Maßnahmenplanung findet sich im Anhang D. In der Tabelle 13 findet sich eine Auflistung der vorgeschlagenen Maßnahmen unterteilt in Ziel, Funktion und Maßnahmenart (in Anlehnung an BUWAL 1999).

<b>Position</b>	<b>Ziel</b>	<b>Funktion</b>	<b>Maßnahme</b>
Post 1	Verhinderung von Überbordung von hm 6.5 – 7.25	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 115m <sup>3</sup> /s	Rechtsufrige Aufweitung des Durchflussquerschnittes in Form eines 2 – teiligen Profiles
Post 2	Verhinderung von Überbordung der Brücke bei hm 9.5	Durchleitung des Bemessungsabflusses von 115m <sup>3</sup> /s	Aufweitung des Brückenquerschnittes
Post 3	Verhinderung von Überbordung von hm 9.5 – 10.85	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 115m <sup>3</sup> /s	Rechtsufrige Aufweitung des Durchflussquerschnittes in Form eines 2 – teiligen Profiles
Post 4	Überwindung der hydraulisch problematischen Mäanderstrecke von hm 12.8 – 15.1	Umleitung des Bemessungsabflusses von 115 m <sup>3</sup> /s	Errichtung einer rechtsufrig ausleitenden Flutmulde
Post 5	Verhinderung von Überbordung von hm 15.8 – 17.8	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 115m <sup>3</sup> /s	Rechtsufrige Ufermauer mit mobilem Mauerabschnitt an der Brücke bei Hm 16.6
Post 6	Überwindung der hydraulisch problematischen Mäanderstrecke von hm 17.8 – 20.2	Umleitung des Bemessungsabflusses von 115 m <sup>3</sup> /s	Errichtung einer linksufrig ausleitenden Flutmulde
Post 7	Verhinderung von Geschiebeablagerungen im Ortsteil GRUB (hm 20.2 – 22.1)	Vermeidung von Ufererosionen	Errichtung von beidseitigen Grobsteinschichtungen
Post 8	Verhinderung von Geschiebeablagerungen im Ortsteil GRUB (hm 20.2 – 22.1)	Kontrollierte Geschiebeablagerung	Aufweitung
Post 9	Verhinderung von Ufererosion bei hm 29.3 – 29.8	Böschungsstabilisierung	Grobsteinschichtung
Post 10	Verhinderung von Überbordung von hm 36.9 – 38.0	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 63m <sup>3</sup> /s	Rechtsufriger Erddamm
Post 11	Verhinderung von Überbordung der Brücke bei hm 38.0	Durchleitung des Bemessungsabflusses von 38 m <sup>3</sup> /s	Aufweitung des Brückenquerschnittes
Post 12	Verhinderung von Überbordung von hm 38.0 – 41.8	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 38m <sup>3</sup> /s	Rechtsufrige Aufweitung des Durchflussquerschnittes in Form eines 2 – teiligen Profiles

Post 13	Überwindung der hydraulisch problematischen Kurvenführung von hm 66.0 – 67.8	Umleitung des Bemessungsabflusses von 28 m <sup>3</sup> /s	Errichtung einer rechtsufrig ausleitenden Flutmulde
Post 14	Überwindung der hydraulisch problematischen Gerinnekrümmungen von hm 68.5 – 71.2	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 28m <sup>3</sup> /s	Aufweitung des Durchflussquerschnittes in Form eines 2 – teiligen Profiles
Post 15	Verhinderung von Überbordung der Brücke bei hm 70.75	Durchleitung des Bemessungsabflusses von 28m <sup>3</sup> /s	Aufweitung des Brückenquerschnittes
Post 16	Verhinderung von Überbordung von hm 71.2 – 71.7	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 28m <sup>3</sup> /s	Rechtsufriger Erddamm
Post 17	Verhinderung von Überbordung von hm 74.0 – 74.4	Abfuhr des Bemessungsabflusses von 28m <sup>3</sup> /s	Rechtsufrige Aufweitung des Durchflussquerschnittes in Form eines 2 – teiligen Profiles

Tabelle 13: Beschreibung der vorgeschlagenen Maßnahmen

## 9 Zusammenfassung

Der Sattelbach (Einzugsgebietsgröße: ca. 30km<sup>2</sup>) verursachte zuletzt im Juli 1997 durch Überflutungen des Talraumes erhebliche Schäden. Innerhalb dieser Studie sollten mithilfe von hydrologischen und hydraulischen Simulationen Eckdaten für die Ausarbeitung von Schutzmaßnahmen gewonnen und ein genereller Maßnahmenvorschlag erstellt werden.

Die Simulationen wurden an einer rekonstruierten Anschlaglinie des Ereignisses von 1997 kalibriert. Für die hydrologische Simulation wurden 3 Szenarien angesetzt. Als Bemessungsniederschlag wurden in Absprache mit der Gebietsbauleitung Wien, Niederösterreich und nördliches Burgenland einerseits statistische Auswertung der benachbarten Niederschlagsstationen (Szenarien: 100-jährlich und 30-jährlich) und andererseits ein Starkregenniederschlagsszenario (nach HD Niederösterreich) herangezogen, wobei das Starkregenszenario mit 115m<sup>3</sup>/s am Ende des Flussgebietsmodells die höchsten Abflüsse ergab.

Geschiebekartierungen ergaben ein Geschiebepotential entlang der gesamten Bachstrecke von im Mittel ca. 8000m<sup>3</sup>. Die Geschiebeherde liegen vor allem in Uferanbrüchen. Die relativ geringen transportierten Geschiebemengen werden konzentriert wieder an hydraulisch nicht optimalen Gerinneabschnitten (z.B.: Mäanderstrecken) abgelagert und sind somit der Grund von Überbordungen. Für zwei Gerinneabschnitte wurden Geschiebesimulationen durchgeführt um Grundlagendaten für eine detaillierte Maßnahmenplanung zu erhalten.

Ein genereller Maßnahmenvorschlag wurde erstellt, wobei versucht wurde problematische Bereiche durch Profilaufweitungen (zweiteilige Profile) und teilweise Gerinneverlegungen zu entschärfen. Das Geschiebepotential im Ortsteil Grub wird durch eine Geschiebeentlastung mittels Aufweitung bei hm 21 und anschließender Verhinderung der erneuten Sedimentaufnahme durch Böschungssicherungen entschärft. Die sensiblen Mäanderbereiche werden durch eine Gerinneverlegung umgangen.

## 10 Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (1974):** Österreichische Bodenkartierung, Kartierungsbereich Mödling
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1999):** Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren Methode, Umwelt –Materialien Nr. 107/1 Naturgefahren, Bern
- Chow, V.T. & Maidment, D. & Mays, L. (1988):** Applied Hydrology, McGraw-Hill Inc., New York
- DVWK (1984):** Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, DVWK Regeln zur Wasserwirtschaft Nr. 113, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- DVWK (1991):** Beitrag zur Bestimmung des effektiven Niederschlags für Bemessungshochwasser aus Gebietskenngrößen; Ergebnis einer vergleichenden Untersuchung durch den DVWK - Fachausschuss „Niederschlags – Abfluss – Modelle“
- Federal Highway Administration (1961):** Design Charts for Open Channel Flow, Hydraulic Design Series, Number 3.
- Federal Highway Administration (1988):** Design of Roadside Channels with flexible Linings, Hydraulic Engineering Circular, Number 15, FHWA-IP-87-7.
- Fehr, R. (1987):** Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen. Umrechnung und Vergleich von verschiedenen Analyseverfahren, Mitt. VAW Nr. 92 ETH Zürich.
- Geologisch Bundesanstalt (1984):** Geologische Karte von Wien und Umgebung 1:200000.
- HYDROTEC, (1999):** Benutzerdokumentation zu Jabron 6.0, Version 6.0.2.0. Aachen.
- Olivera, F. & Sean, R. & Maidment, D. (1988):** 1998 ESRI User's Conference. San Diego, California
- Steinwendtner, H. (2002):** Einsatzmöglichkeiten von Numerischen Modellen im Zuge der Massnahmenplanung in geschiebe-führenden und murfähigen Wildbächen; unveröffentlicht
- Taschenbuch der Wasserwirtschaft (1982):** 6. Auflage – Hamburg, Berlin, Verlag Paul Parey
- Zeller, J. (1981):** Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse – Elemente zur Abschätzung der Hochwasserabflüsse kleiner Einzugsgebiete, 2. Auflage des Berichtes Nr. 126 der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH 8903 Birmensdorf

## **Anhang A**

### **Fotos vom Ereignis 1997**

Fotos WLV



Fotos Fam. Chat



Fotos Fam. Kucera



Fotos Fam. Purgstaller



