



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department Bautechnik und Naturgefahren  
Institut für Alpine Naturgefahren (IAN)

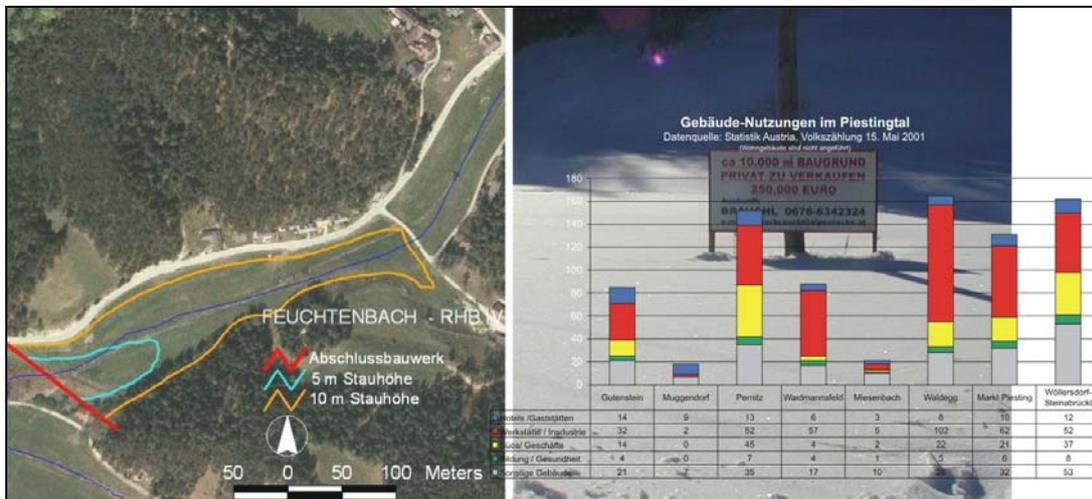
Peter Jordan Str. 82  
A-1190 WIEN

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



## IAN REPORT 98

### Regionalstudie Piestingtal



Im Auftrag:



**Forsttechnischer Dienst für  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Gebietsbauleitung Bgld. und Südl. NÖ**



Wien, Mai 2005

## Report 98: Regionalstudie Piestingtal

Im Auftrag von: Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,  
Gebietsbauleitung Burgenland u. Südliches Niederösterreich

Werkverträge vom 29.12.2003 und 13.5.2004

Projektleitung: A. o. Univ. Prof. Dr. Hübl Johannes

Projektverantwortlicher: DI Holzinger Gerhard

Mitarbeiter: DI Ganahl Egon

Universität für Bodenkultur

Department Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Alpine Naturgefahren

Peter Jordan Str. 82

Tel.: #43-1-47654-4350

A – 1190 Wien

Fax: #43-1-47654-4390

Report Nr. 98

Referenz (Literaturzitat): HÜBL, J., HOLZINGER, G., GANAHL, E., (2005): Regionalstudie Piestingtal,  
IAN Report 98, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur-Wien  
(unveröffentlicht)

Wien, im Mai 2005

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROBLEM .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ZIELE.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>GRUNDLAGEN .....</b>	<b>4</b>
4.1	Datenbeschaffung .....	4
4.2	Erhebungen im Einzugsgebiet .....	4
4.3	Niederschlag-Abfluss-Modell .....	5
4.4	Verwendete Software.....	5
<b>5</b>	<b>ALLGEMEINE GEBIETSDESCHEIBUNG .....</b>	<b>6</b>
5.1	Lage des Projektgebiets.....	6
5.2	Einzugsgebiet und Kompetenzbereich.....	7
5.3	Bevölkerung und Wirtschaft .....	9
5.4	Geologie und Geomorphologie .....	10
5.5	Vegetation und Landnutzung .....	12
5.6	Klima.....	12
5.7	Hydrographie .....	13
5.8	Hochwasserereignisse 1997 und 2002 .....	15
5.9	Potentielle Hochwasserrückhaltebecken.....	15
5.9.1	Standorte der RHB und Stauraumvolumen .....	15
5.9.2	Abflusskapazitäten der Unterlaufgerinne .....	16
<b>6</b>	<b>NIEDERSCHLAGS-ABFLUSSMODELL .....</b>	<b>18</b>
6.1	Erstellung des Flussgebietsmodells .....	18
6.1.1	Allgemein.....	18
6.1.2	Flussgebietsmodell Piestingtal .....	18
6.2	Festlegung der Gebietsparameter .....	20
6.2.1	Gebietsspezifische Parameter.....	21
6.2.1.1	Datengrundlagen und Datenerhebung .....	21
6.2.1.2	Ermittlung der Modellparameter .....	23
6.2.2	Ereignisspezifische Parameter .....	25
6.3	Beschreibung der Berechnungsverfahren.....	26
6.4	Ermittlung von Bemessungsniederschlägen .....	27

6.4.1	Auswertung der Daten aus den Hydrographischen Jahrbüchern .....	27
6.4.1.1	Räumliche Niederschlagscharakteristik.....	27
6.4.1.2	Bemessungsniederschlag bestimmter Jährlichkeit.....	30
6.4.2	Punktniederschlag nach LORENZ und SKODA (2000).....	35
6.5	Modellkalibrierung .....	36
6.5.1	Auswertung der Niederschlagsdaten für das Ereignis am 6. Juni 200236	
6.5.1.1	Niederschlagszeitreihen Tageswerte .....	38
6.5.1.2	Niederschlagszeitreihen in 5 Min. Auflösung.....	41
6.5.1.3	Ableitung der Vorbefeuchtung aus der Auswertung der Niederschlagszeitreihen .....	43
6.5.1.4	Ableitung der Ereignis-Niederschlagsverteilungen für die einzelnen Teileinzugsgebiete des FGM.....	44
6.5.1.5	Ableitung der Ereignis-Niederschlags für das gesamte Projektgebiet bzw. das Gebiet bis zum Pegel Gutenstein .....	44
6.5.2	Pegelmesswerte .....	46
6.5.3	Durchführung der Modellkalibrierung.....	46
6.5.3.1	Regionale Kalibrierung des FGMs mit Pegelaufzeichnungen .....	47
6.5.3.2	Lokale Kalibrierung des FGMs für Einzugsgebiete der Zubringer der potentiellen RHB .....	48
6.6	Szenarien.....	50
6.6.1	Lokale Szenarien.....	51
6.6.1.1	Gewitter oder kurzer Starkregen – Szenario I .....	51
6.6.2	Regionale Szenarien .....	52
6.6.2.1	Dauerregen mit sehr hohen Regenmengen - Szenario II .....	52
6.6.3	Überregionale Szenarien.....	52
6.6.4	Szenarien - Schema .....	52
6.7	Definition von Bemessungsszenarien .....	55
6.8	Modellanpassung und Berechnung der Bemessungsabflüsse.....	56
6.8.1	Ergebnisse der Niederschlag-Abflusssimulation.....	57
6.9	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	58
<b>7</b>	<b>DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>59</b>
7.1	Generelle Aussagen zum Modell .....	59
7.1.1	Modellskalierung.....	59

7.1.2	Modellgrenzen .....	59
7.2	Schlussfolgerungen für das Projektgebiet.....	60
7.2.1	Gefährungs-Situation.....	60
7.2.2	Gefahrenzonenplanung .....	60
7.3	Bereiche möglicher Maßnahmen .....	60
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.....</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>VERZEICHNIS DER TABELLEN.....</b>	<b>64</b>



# 1 EINFÜHRUNG

Im Piestingtal leben rund 20.000 Menschen in einem teils dicht besiedelten Talraum. Einzelne meist landwirtschaftlich genutzte Objekte liegen in exponierten Lagen auf den für diese Landschaft typisch kleinen nicht bewaldeten flachen Kuppen. Das Piestingtal ist nicht nur ein bedeutender Standort für Industrie und Gewerbe, sondern auch ein äußerst interessantes Erholungsgebiet im Nahbereich von Wien. Der Tourismus hat eine lange Tradition und ist in dieser Region ein wichtiger Wirtschaftszweig. Neben den klassischen Tourismusbetrieben gibt es mehr als 3000 Zweitwohnsitze. Die Region ist also interessant für Urlaub und Erholung. In diesem Umfeld wächst die Besiedelung dynamisch und somit sind auch potentielle Überflutungsflächen für Bauplätze interessant.

Die Gemeinden im Piestingtal haben noch keine Gefahrenzonenpläne. Einzelgutachten werden meist erst dann eingeholt, wenn ein Baugrund gekauft bzw. ein Objekt bereits geplant ist, sodass potentielle Hochwasser-Gefährdungsbereiche zunehmend als Bauland genutzt werden. Gebäude gelangen damit in den Gefährdungsbereich, verkleinern den Überflutungsraum und können die Hochwasser-Gefährdung bestehender Siedlungen erhöhen bzw. die Stauräume von möglichen Hochwasserretentionsbecken (RHB) einschränken.

Der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinverbauung der Gebietsbauleitung Südliches Niederösterreich und Burgenland arbeitet inzwischen an der Gefahrenzonenplanung für mehrere Gemeinden im Piestingtal. Die Datengrundlagen bzw. die Niederschlagsauswertungen dieser Studie sollen nicht nur für Einzelgutachten, sondern vor allem auch für die Gefahrenzonenplanung bzw. für Schutzprojekte zur Verfügung stehen.

Das Gebiet war in den letzten Jahren mehrmals von Unwettern und vor allem im Juni 1997 und 2002 von großen Hochwassern betroffen (GODINA, 2003).

Neben dem Forsttechnischen Dienst erstellt auch die Wasserbauabteilung der Niederösterreichischen Landesregierung einen Gefahrenzonenplan (GZP) für die Gemeinde Miesenbach.



## 2 PROBLEM

Die Einzugsgebiete der Zubringer der Piesting befinden sich zum überwiegenden Teil im Kompetenzbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV). Die Bachabschnitte in den besiedelten Talräumen dagegen liegen meist im Kompetenzbereich der Wasserbauabteilung des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung. Die Gerinnequerschnitte sind teils unzureichend ausgelegt bzw. sind die Bäche mit unzureichenden Rohren überbrückt.

Der intensive Siedlungsdruck führt dazu, dass die oberen Talräume weiter besiedelt werden und Objekte vermehrt in Gefährdungsbereiche gelangen. Deshalb soll nun für mehrere Gemeinden ein Gefahrenzonenplan im Kompetenzbereich der WLV erstellt werden, damit zumindest die Hochwasserretention auf den noch vorhandenen Überflutungsflächen gesichert werden kann.

Das Hochwasserereignis im Jahr 2002 konfrontierte die betroffenen Gemeinden einmal mehr mit dem Hochwasserproblem. *Die Piesting führte am 6. - 7. Juni 2002 Hochwasser und trat an mehreren Stellen über die Ufer. Der Miesenbach und der Waidmannsbach überschwemmten Gebiete von Miesenbach und von Waidmannsfeld. Die LH 138 wurde zur Gänze überschwemmt und war unpassierbar. Es kam auch zu mehreren Murenabgängen im Bereich der B 21, LH 138 und der L 4058. Die Bahnlinie zwischen Wöllersdorf und Gutenstein wurde eingestellt* (Zitat aus: [http://www.oe-journal.at/Aktuelles/0602/05\\_01chr04061006.htm](http://www.oe-journal.at/Aktuelles/0602/05_01chr04061006.htm)).



### 3 ZIELE

Die Regionalstudie soll generelle hydrologische Informationen zur Verfügung stellen. Die generellen Datengrundlagen sollen für die Gefahrenzonenplanung bzw. für Schutzprojekte in der Region Piestingtal zur Verfügung gestellt werden.

Hydrologische Daten wie die Niederschläge sind oft über die Einzugsgebietsgrenzen hinaus von Bedeutung, insbesondere für die Analyse von großräumigen Niederschlagsereignissen.

Die langjährigen Niederschlagswerte der umliegenden Niederschlagsmessstationen sollen erhoben und für Extremereignisse statistisch ausgewertet werden. Die ereignisauslösenden Niederschläge im Piestingtal für das Hochwasser im Juni 2002 sollen untersucht und mögliche Niederschlagsszenarien für die Abflussberechnungen entwickelt werden. Neben dem Gebietsniederschlag für die gesamte Region sollen vor allem die 100-jährlichen Niederschläge der einzelnen Zubringer für die Bemessungsabflüsse ermittelt werden.

Die hydrologischen Parameter sollen als homogener Datensatz für das gesamte Piestingtal (rund 280 km<sup>2</sup>) in einem entsprechend kleinen Modellmaßstab erfasst werden. Die Daten können dann für Detailprojekte in den Zubringern entsprechend adaptiert werden.

Neben den hydrologischen sollen auch die topographischen Informationen wie die ÖK 50 für das gesamte Einzugsgebiet zusammengeführt werden.

Die Studie konzentriert sich aber vor allem auf die Erhebung von möglichen Standorten für Hochwasserrückhaltebecken (RHB) und der erforderlichen Stauräume in den Talräumen der Zubringer der Piesting. Die Auswahl der Standorte soll primär vor Ort nach den topographischen Gegebenheiten (Fläche und Neigung) erfolgen. Die Abschätzung der erforderlichen Stauräume für die Bemessungsereignisse soll mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell (N/A-Modell) erfolgen. Dabei soll untersucht werden, ob der Abfluss bis auf die Gerinnekapazität gedrosselt werden kann bzw. ob ein Ausbau der Gerinneabschnitte zusätzlich erforderlich ist.



## **4 GRUNDLAGEN**

### **4.1 Datenbeschaffung**

#### Hydrologische Daten

Niederschläge (Tageswerte, Extremwerte); Hydrographische Jahrbücher

Abflüsse (Pegelmesswerte); HD Niederösterreich

Einzugsgebietsgrenzen (WLK); Technische WLV-Stabstelle Geoinformation

Gerinnelauf (ÖK50 - Layer); BEV

Vegetation (HAÖ); BMLFUW

Bodenkartierung (Österreichische Bodenkartierung)

#### Topographische Daten

Dhm - 10 Meter Raster (BEV); Gbltg. Bgld und Südl. NÖ

Orthophotos - Auflösung 0,25 Meter (BEV); Gbltg. Bgld und Südl. NÖ

ÖK50 und ÖK200 (Austria Map, BEV); Gbltg. Bgld und Südl. NÖ

### **4.2 Erhebungen im Einzugsgebiet**

Am Beginn der Studie werden die Einzugsbiere bzw. die Talräume, die mit dem PKW gut erreichbar sind, besichtigt, um einen Überblick über die gesamte Region zu gewinnen. Mitarbeiter der WLV kennen das Gebiet aus ihrer jahrelangen Tätigkeit bzw. waren mit Ereignissen in dieser Region wiederholt konfrontiert. Die Projektbearbeiter dieser Studie stützen sich auf diese Erfahrungen bei gemeinsamen Besichtigungen im Einzugsgebiet.

Die Standorte für mögliche RHB dürfen nicht besiedelt sein und werden vor Ort nach den topographischen Gegebenheiten gemeinsam mit dem Gebietsbauleiter der Dienststelle des Forsttechnischen Dienstes ausgewählt, wobei die vorhandenen Flächen bzw. Neigungen gutachtlich geschätzt werden. Der Erhebungsaufwand ist minimal aufgrund des zeitlich sehr begrenzten Umfangs dieser Studie. Das Schadenspotential wird bei dieser Studie nicht berücksichtigt.



### **4.3 Niederschlag-Abfluss-Modell**

Das Fußgebietsmodell wird für das gesamte Piestingtal ausgelegt, um das N/A-Modell mit den Abflusswerten vom 6.-7. Juni 2000 an den vier Pegelmessstellen der Piesting zu kalibrieren. Die Einzugsgebietsgrenzen werden dem digitalen Wildbach- und Lawinenkataster des Forsttechnischen Dienstes (WLK) entnommen. Das Gerinnenetz des Flussgebietsmodells stammt vom digitalen Layer der ÖK50. Die digitale Abgrenzung der Teileinzugsgebiete erfolgt mit Hilfe der Höhenschichtlinien der ÖK50. Die Flächen und Längen der einzelnen Geometrielemente werden im GIS automatisch ermittelt bzw. Parameter in einer ACCESS-Datenbank berechnet.

Die Niederschlagsszenarien werden mit Hilfe des Ereignisses vom 6.-7. Juni 2000 entwickelt. Die Pegelmesswerte der Piesting wurden vom Hydrographischen Dienst NÖ zur Kalibrierung des N/A-Modells zur Verfügung gestellt.

### **4.4 Verwendete Software**

Hydrologie - IHK-Programm, Version 5, Universität Karlsruhe

Zum Zeitpunkt der Modellerstellung standen für die hydrologische Bearbeitung die Daten für die GIS-Bearbeitung noch nicht zur Verfügung und deshalb wurde für das hydrologische Modell die aktuelle Version des IHK-Programms gewählt. Das hydrologische Modell könnte alternativ z.B. auch mit HEC-HMS erstellt und damit die GIS-Umgebung entsprechend genutzt werden.

GIS-Plattform ArcView 3.2 (GIS)

Die Erhebung und Verwaltung der hydrologischen Datengrundlagen erfolgte mit der Gis-Software ArcView.

Sonstige Programme

GRAPHER 4.0, SURFER, ACCESS 2000, EXCEL 2000, COREL DRAW 10, WORD 2000



## 5 ALLGEMEINE GEBIETSBESCHREIBUNG

### 5.1 Lage des Projektgebiets

Das Piestingtal liegt am Ostrand des Alpenvorlands im südöstlichen Niederösterreich. Der östliche Rand des Projektgebietes stellt den Übergang des Alpenvorlandes in das Wiener Becken dar.

Das zu bearbeitende Gebiet umfasst das Piestingtal bis zur Abzweigung des Tirolerbachs kurz flussabwärts der Einmündung des Marchgrabens, einem rechtsufrigen Zubringer der Piesting. Die südöstliche Begrenzung des Einzugsgebiets bildet die Hohe Wand, nach Süden bildet der Ascher mit einer Seehöhe von 740 m die Wasserscheide zum Flussgebiet der Schwarza. Weiterführend stellt der Höhenzug vom Öhler (1.183 m) über den Schober (1.213 m) und die Dürre Leiten bis zum Nordabhang des Schneebergs (Fadenwände), wo mit 1.722 m der höchste Punkt im Projektgebiet liegt, die Begrenzung dar und führt weiter über das Klostertaler Gscheid (764 m) und den Rohrer Sattel (864 m), welche ebenfalls Wasserscheiden zum Flussgebiet der Schwarza sind, zum Unterberg (1.342 m). Der Höhenzug vom Unterberg zum Kieneck (1.105 m) bildet die Wasserscheide zum Flussgebiet der Traisen, die Verlängerung über den Atzsattel (911 m) zum Almesbrunnberg (1.079 m) und weiter auf den Hals (662 m) stellt die Wasserscheide zum Furtherbach dar und grenzt das Projektgebiet zum Flussgebiet der Triesting ab. Der daran anschließende Höhenzug über das Waxeneck und die Hohe Mandling (967 m) zum Hart (515 m) bildet die nördliche Begrenzung des Einzugsgebiets und grenzt dieses ebenfalls zum Flussgebiet der Triesting hin ab.

Das Projektgebiet liegt größtenteils im politischen Bezirk Wr. Neustadt - nur der südwestlichste Teil liegt im politischen Bezirk Neunkirchen - und umfasst die folgenden Gemeinden:

Bad Fischau - Brunn  
Gutenstein  
Hohe Wand  
Markt Piesting  
Miesenbach  
Muggendorf  
Pernitz

Puchberg am Schneeberg  
Schwarzau im Gebirge  
Waidmannsfeld  
Waldegg  
Winzendorf-Muthmannsdorf  
Wöllersorf-Steinabrückl



Die Gemeinden Bad Fischau – Brunn, Puchberg am Schneeberg (mit einer kleinen Ausnahme im Bereich des Gasthauses Apfelbauer), Schwarzau im Gebirge, Winzendorf-Muthmannsdorf und Hohe Wand sind allerdings nicht als direkt betroffene Gemeinden zu sehen, sondern bedecken mit ihrem Gemeindegebiet lediglich kleine Teile der obersten Einzugsgebiete einzelner Bäche. Somit liegt das von Wildbachgefahren betroffene Gebiet beinahe zur Gänze im politischen Bezirk Wr. Neustadt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Übersichtsdarstellung des Projektgebiets (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert auf M: 1:250.000)

## 5.2 Einzugsgebiet und Kompetenzbereich

Das gesamte Projektgebiet (EZG der Piesting bis Wöllersdorf) umfasst ca. 280 km<sup>2</sup>, wovon ca. 190 km<sup>2</sup> auf 22 Einzugsgebiete im Kompetenzbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (FTD f. WLW) entfallen, welche in Tabelle 1 aufgelistet sind. Diese sind über den Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) definiert.



Name des EZG	Nummer im WLK	EZG-Fläche [km <sup>2</sup> ]	Kompetenz
Bindergraben	94031202	2,21	z.G. WLW
Bocksbach	94031203	0,73	z.G. WLW
Dürnbach	94031000	10,79	z.G. WLW
Ehrengraben	94029200	1,31	oberhalb Ortsgebiet (Regulierungsende)
Eichberggraben	94027800	2,63	z.G. WLW
Feichtenbach	94028000	6,15	z.G. WLW
Feuchtenbach	94029400	8,54	z.G. WLW
Karnitschgraben			z.G. WLW
Längapiesting	94027000	12,64	vom Wandbach (eingeschlossen) aufwärts
Marchgraben	94031300	6,49	ab Ortseingang Wöllersdorf
Matzingbach	94026600	1,98	z.G. WLW
Miesenbach	94029600	23,06	vom Ungerbach (eingeschlossen) aufwärts
Mirabach	94028200	28,87	vom Karnerwirt aufwärts
Panzenbach	94027600	2,34	z.G. WLW
Piesting	94025100	32,65	vom Weißenbach (eingeschlossen) aufwärts
Purbachgraben	94028900	8,46	z.G. WLW
Radersbach	94026500	5,48	z.G. WLW
Steinapiesting	94026400	10,15	vom Rannersbach (eingeschlossen) aufwärts
Steinbach	94030500	2,12	z.G. WLW
Waidmannsbach	94029500	12,72	z.G. WLW
Wopfinger Graben	94031201	8,1	z.G. WLW
Zellenbach	94025800	3,22	vom Reischergraben (eingeschlossen) aufwärts

Tabelle 1: Einzugsgebiete im Kompetenzbereich der WLW

Die Aufteilung der Kompetenzbereiche zwischen dem Forsttechnischen Dienst und dem Wasserbauamt verläuft quer durch die Ortsteile der Gemeinden. Die Gemeinde Gutenstein setzt sich z.B. aus mehreren Ortsteilen zusammen (Abbildung 2:) und hat den höchsten Anteil der Zweitwohnsitze im Piestingtal. Die Siedlungen wachsen immer weiter in die obersten Talräume. Gutenstein hat noch keinen GZP bzw. wird an der Gefahrenzonenplanung noch nicht gearbeitet.



### Kompetenz-Aufteilungen in den Ortsteilen der Gemeinden im Piestingtal

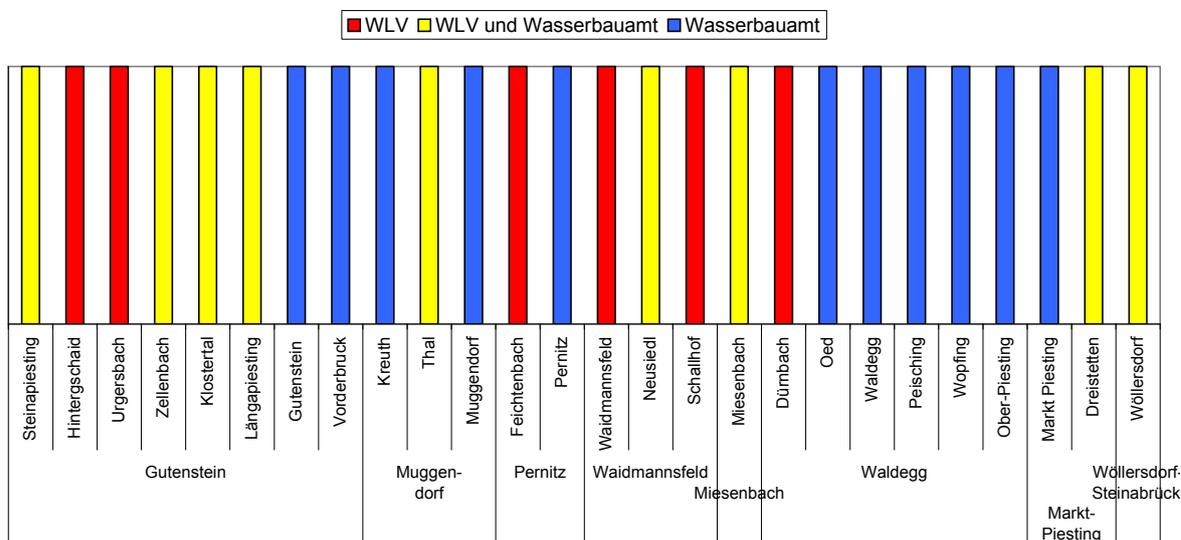


Abbildung 2: Kompetenzverteilung in den Ortsteilen der Gemeinden im Piestingtal

Die Gemeinden können die Instrumente der Raumplanung für den präventiven Hochwasserschutz dann effektiv einsetzen, wenn sie sich auf einen Gefahrenzonenplan (GZP) stützen können, der den gesamten raumrelevanten Bereich und nicht etwa nur einzelne Kompetenzbereiche abdeckt.

### 5.3 Bevölkerung und Wirtschaft

Im Piestingtal leben rund 20.000 Menschen und gibt es rund 3.300 Zweitwohnsitze in dieser Region. Die höchsten prozentuellen Anteile der Zweitwohnsitze gemessen an der Wohnbevölkerung haben die Gemeinden Gutenstein (43%) und Muggendorf (36%), der geringste Anteil hat die Gemeinde Waidmannsfeld mit rund 14%. Zahlreiche Gewerbe- und Industriebetriebe, aber auch viele Gaststätten und Hotels tragen zum wirtschaftlichen Wohlstand dieser Region bei (Abbildung 3). Im Piestingtal wurden neben 370 Gewerbe- und Industriegebäude rund 75 Hotels bzw. Gaststätten gezählt (STATISTIK AUSTRIA, 2001).



### Nutzungen von Gebäuden im Piestingtal

Datenquelle: Statistik Austria, Volkszählung 15. Mai 2001

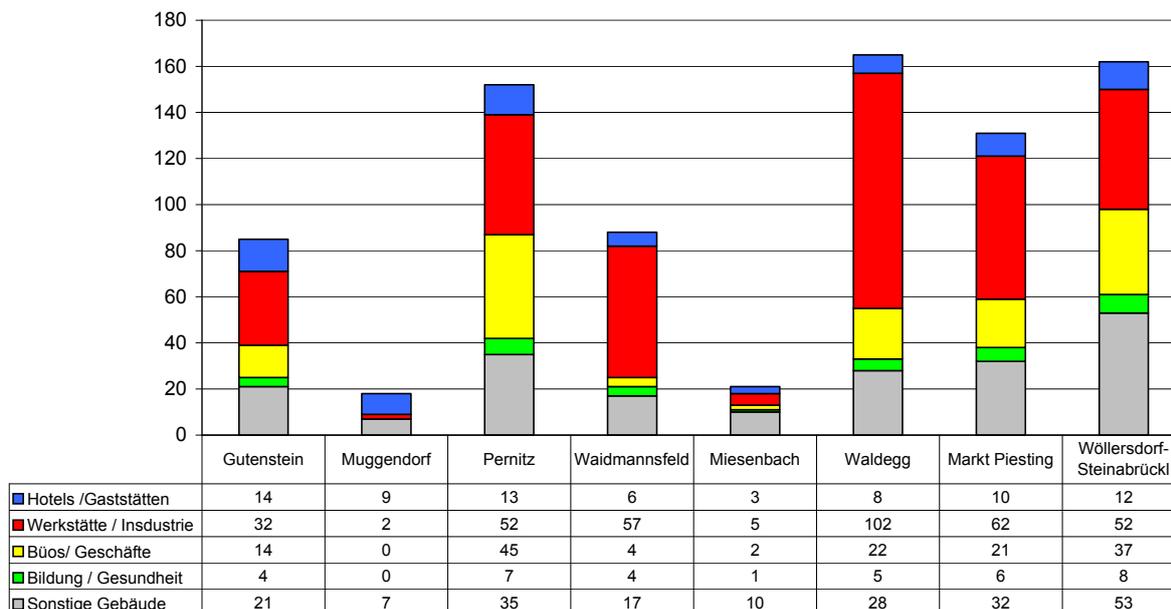


Abbildung 3: Wohn- und Wirtschaftsgebäude in den Gemeinden im Piestingtal

## 5.4 Geologie und Geomorphologie

Die Geologie des Projektgebiets ist geprägt durch Wettersteinkalk und Hauptdolomit im West- und Zentralteil und Tertiäre Piestingschotter im Osten. Im Bereich zwischen Steinapiesting und Mirabach tritt Wetterstein- und Gutensteiner Kalk auf. Vereinzelt finden sich Sedimente der Gosaugruppe (Mergel, Sandsteine, Basiskonglomerate und Basisbrekzien) im Mittellauf des Miesenbachs. In den flachen Talräumen findet man quartäre Schwemmländer und rezente Talböden.

Die Gerinne in den obersten Einzugsgebieten liegen vielfach in steilen Gräben. Es finden sich keine Bäche mit deutlicher Schwemmkegelbildung. In den Mittellaufbereichen sind teilweise breite Talsohlen ausgebildet. Im Bereich um Pernitz weitet sich das Piestingtal zu einem typischen Becken auf.

Ein weiterer für das Abflussverhalten entscheidender Punkt ist die Gerinnedichte. Um diese zu beurteilen, wurde auf die Daten des Hydrologischen Atlas Österreich (HAÖ) zurückgegriffen. Grundlage für diese Daten sind die in der ÖK50 als ständig fließende Gewässer ausgewiesenen Wasserläufe. Die Gerinnedichte der Zubringer ist im Einzugsgebiet sehr unterschiedlich und hängt vor allem auch vom Modellmaßstab ab. Die Gerinnedichte im Klostertal ist z.B. rund drei Mal so hoch wie in Thal bzw. im Feuchtenbach (Abbildung 4).

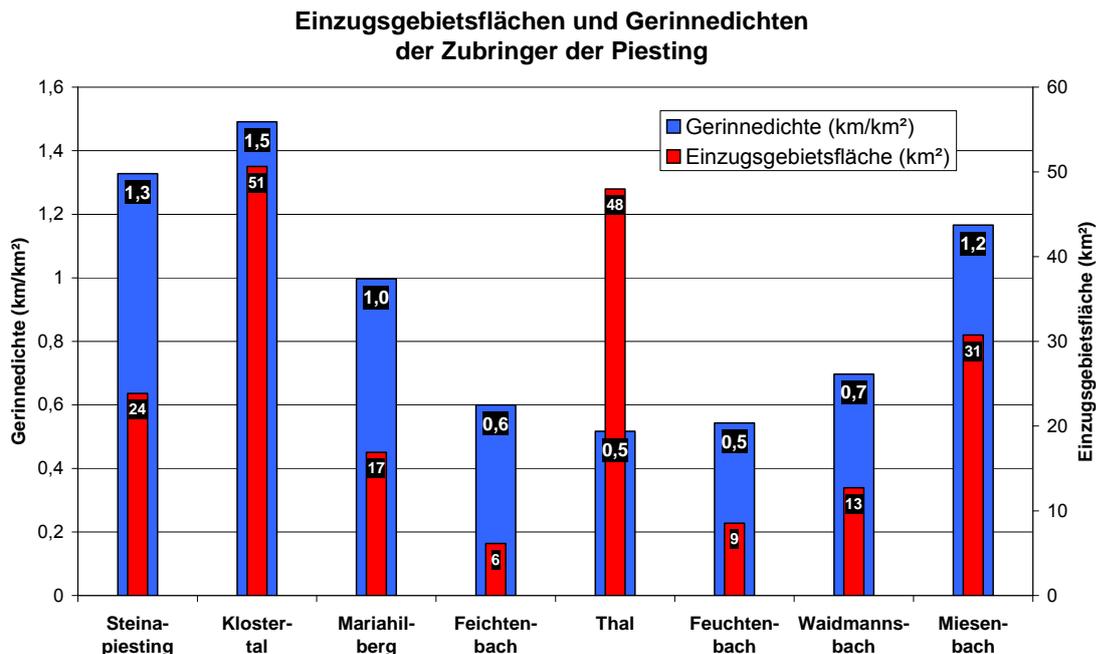


Abbildung 4: Gerinnedichten der Einzugsgebietsflächen, Modellmaßstab ÖK50  
 Bei Detailprojekten sind die Gerinnedichten in den Zubringern rund sechs Mal höher als bei der Regionalstudie, die auf der ÖK50 aufbaut.

### Vergleich der Gerinnedichten zwischen genereller Planung (Regionalstudie) und Detailplanung (Gefahrenzonenplanung)

Datenquelle der Detailplanung: Ziviltechniker GUNZ, Steyr

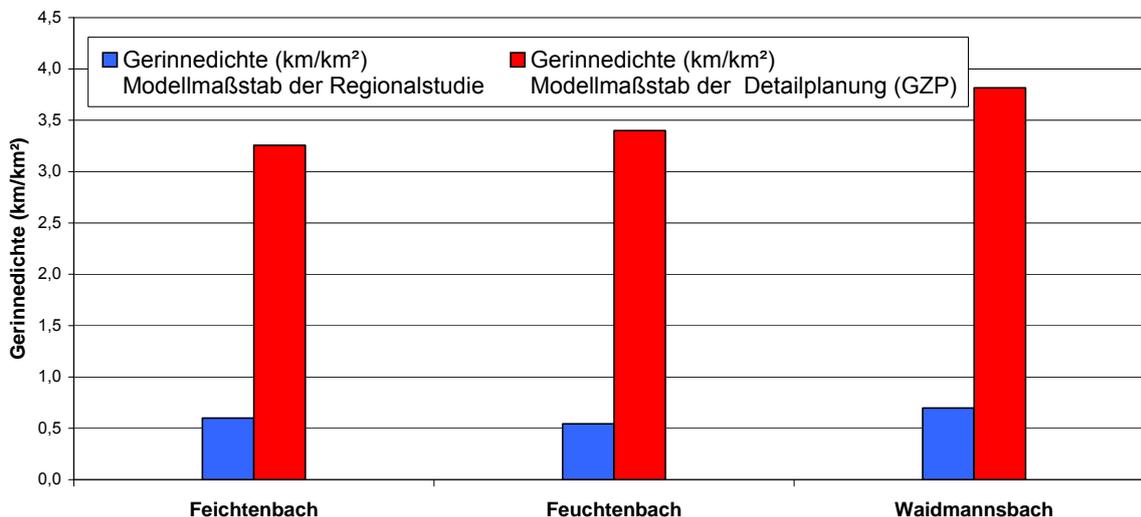


Abbildung 5: Gerinnedichten bei Regionalstudie und GZP im Vergleich



## 5.5 Vegetation und Landnutzung

Das Projektgebiet ist charakterisiert durch starke Bewaldung. Der Waldanteil im gesamten Projektgebiet beträgt 83%, betrachtet man nur den Bereich innerhalb der Kompetenz des FTD f. WLW so liegt der Waldanteil bei 87%. Man kann starke Unterschiede in der Bewaldung finden. So besteht im Osten, speziell im orographisch linken Bereich, der Wald in erster Linie aus Schwarzkiefernbeständen. Der Anteil an Fichtenwald nimmt von Osten bachaufwärts nach Westen (speziell zum alpinen Bereich Öhler und Schneeberg bis zum Klostertaler Gscheid und Rohrer Sattel) ständig zu, so dass man in den oberen Einzugsgebieten der Piesting (Längapiesting, Kalter Gang und Steinapiesting) und dem obersten Einzugsgebiet des Waidmannsbachs von nahezu 100% Fichtenreinbeständen sprechen kann. Im Mirabach hingegen bestehen drei Viertel der Waldfläche aus Laub- und Mischwäldern, die man auch bis zu den oben erwähnten Schwarzkiefernbeständen talauswärts findet.

Die landwirtschaftliche Nutzung im Projektgebiet ist sehr gering und beschränkt sich vor allem auf Grünlandwirtschaft auf den stellenweise breiten Talböden der Unterläufe, den Terrassen im Miesenbach mit seinen Zubringern und um Dürrnbach sowie in den tieferen Lagen des Pernitzer Beckens.

## 5.6 Klima

Das Einzugsgebiet reicht vom trockenen Wienerbecken bis zu den niederschlagsreichen subalpinen Lagen. Der mittlere Jahresniederschlag (1951-2000) ist im südöstlichen Teil des Einzugsgebietes der Piesting mit 1200 mm rund 45 % höher als im östlichen Teil (Abbildung 13). Die Isohyeten verlaufen in Nord-Süd-Richtung, während sich das Einzugsgebiet der Piesting in Ost-West-Richtung erstreckt.

Am Alpenostrand spielen Stauerscheinungen sofern sie nicht über SE abgelenkt werden eine geringe Rolle. Sehr ergiebige Niederschläge bringen Aufgleitvorgänge warmfeuchter südlicher Meeresluft auf Kaltluft aus dem NE, die sogenannte V b-Lagen (Tief auf der Zugstraße von der Adria am Alpenostrand entlang nach Polen). Diese Wetterlagen sind relativ selten und treten unregelmäßig auf, am häufigsten im Frühjahr und Herbst und treffen den Alpenostrand relativ am stärksten (SCHWARZL, 1965).



Die Temperatur ist ein integratives Maß für Klimagrößen wie Strahlung, Sonnenschein und Bewölkung (AUER, I., BÖHM, R., 2003). Die Jahresmitteltemperatur (1961-1990) liegt im oberen Einzugsgebiet der Piesting zwischen 4–6°C, während sie im unteren Teil des Einzugsbietes 8-10°C beträgt (BMLFUW, 2003).

Das Klima wird auch durch niederschlagsfreie bzw. niederschlagsarme Perioden (1971-1999) charakterisiert. In Gutenstein wurde eine maximale Trockenperiode von 30 Tage verzeichnet. Die Periode ist damit 15 Tage kürzer als bei der Station Stollhof-Hohe Wand (Tabelle 2:). Die Trockenperioden sind in der Vegetationszeit kürzer, da sie von konvektiven Niederschlägen öfters unterbrochen werden (NOBILIS, F., WEILGUNI, V., 2003). Die Hochwasserereignisse im Juni 1997, März 2002 und Juni 2002 ereigneten sich nach ausgedehnten Trockenzeiten (GODINA, et al., 2002).

<b>Trockenperioden (Tage)</b>	<b>Gutenstein</b>	<b>Stollhof-Hohe Wand</b>
Maximale Dauer im Jahr	30	45
Maximale Dauer in Vegetationsperiode	23	25

Tabelle 2: Maximale Trockenperioden im Projektgebiet, Daten: BMLFUW (2003)

## 5.7 Hydrographie

Der Hydrographische Dienst im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veröffentlicht in den Hydrographischen Jahrbüchern z. B. maximale Tagesniederschlagssummen, Monats- und Jahressummen sowie die Niederschlagshöhe und Dauer von Starkregenereignissen von Niederschlagsmessstationen. Für dieses Projekt werden die Messwerte von 29 Messstationen (*Abbildung 6*), welche in *Tabelle 4* aufgeführt sind, erhoben.

Die Pegelstationen in Gutenstein, Pernitz, Peising und Wöllersdorf zeichnen die Durchflussmengen der Piesting auf, die für die Kalibrierung von Hochwasserereignissen beim Niederschlag-Abflussmodell eingesetzt werden sollen (*Kapitel 6.5.2*).



D	Stationsname	HZB-Nummer	Aufzeichnungsbeginn (Jahr)	Seehöhe (Meter)
1	Altenmarkt an der Triesting <sup>1)</sup>	108241	1895	397
2	Blumau	116434	1996	234
3	Dreistetten	108472	1895	500
4	Ebenwald	115741	1992	960
5	Feichtenbach	109173	1981	500
6	Furth-Harras	108258	1934	546
7	Gutenstein	108456	1873	495
8	Haschendorf	108696	1974	228
9	Hohe Wand (Herrgottschnitzerhaus)	115881	1992	811
10	Innerhalbach	109108	1981	522
11	Kaiserbrunn	109835	1884	559
12	Kaumberg	116335	1994	550
13	Kleinzell – aufgelassen	107508	1896	470
14	Kremesberg	108639	1972	390
15	Leobersdorf	108274	1898	262
16	Miesenbach	109181	1981	520
17	Naßwald	109827	1867	648
18	Naßwald-Wasseralm	110155	1966	774
19	Neunkirchen	109918	1863	362
20	Pottenstein	108266	1910	331
21	Puchberg am Schneeberg	109884	1911	580
22	Reichenau an der Rax	109843	1865	486
23	Rohr im Gebirge	109801	1895	673
24	Saubersdorf	110106	1974	322
25	Schwarzau im Gebirge	109819	1881	626
26	Stixenstein	109892	1884	454
27	Stollhof-Hohe Wand	109900	1968	447
28	Unterhöflein	115865	1992	438
29	Wiener Neustadt (Flugplatz)	110007	1857	285

Tabelle 3: Für das Projektgebiet relevante Niederschlagsstationen (<sup>1)</sup> Station 1993 aufgelassen)



## 5.8 Hochwasserereignisse 1997 und 2002

Das Ereignis 2002 wurde durch regionale Schauer- und Gewitterereignisse mit extremen Niederschlagsintensitäten ausgelöst.

Die Piesting ab dem Miesenbach, der untere Miesenbach, der Feichtenbach und weitere Nebengerinne dürften im Juni 1997 das seit Menschengedenken größte Hochwasser gezeigt haben.

Das Hochwasser der Piesting hat am 6.-7. Juni 2002 das Hochwasser 1997 von der Mündung des Miesenbachs bis zum Talausgang in Wöllersdorf überschritten. Die Hochwasserwelle in Wöllersdorf mit einer Jährlichkeit von ca. 50 hatte einen raschen Anstieg und Rückgang. Die Zubringer der Piesting erreichten oder überschritten sogar teilweise das 100-jährliche Hochwasser. (GODINA, et al., 2002)

## 5.9 Potentielle Hochwasserrückhaltebecken

### 5.9.1 Standorte der RHB und Stauraumvolumen

Im Zuge von gemeinsamen Begehungen mit dem Gebietsbauleiter des Forsttechnischen Dienstes wurden anhand der topographischen Verhältnisse fünf potentielle Standorte für Hochwasserrückhaltebecken gefunden (Abbildung 6).

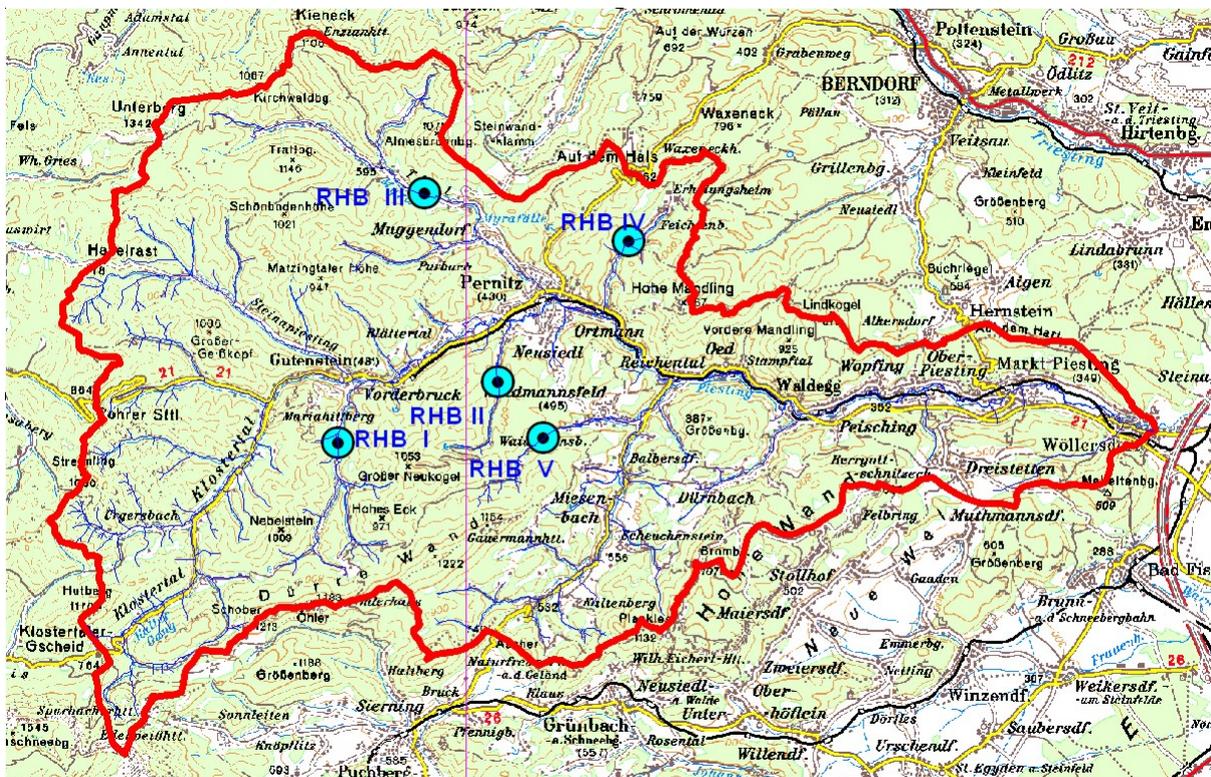


Abbildung 6: Übersicht der potentiellen RHB im Projektgebiet (ÖK200 verkleinert)



Die Stauraumflächen wurden mit Hilfe des Höhenmodells (10 m Raster) ermittelt und das Stauraumvolumen generell für fünf bzw. maximal zehn Meter Stauhöhe ermittelt. Bei den RHB I, III und V (Längapiesting, Mirabach, Waidmannsbach) könnte die Stauhöhe von 10 Meter allerdings nicht mehr genützt werden, da Gebäude in den Staubereich gelangen würden (Abbildung 8). Beim Feuchtenbach ist maximale Stauhöhe von 10 Metern durch mehrere Gebäude ebenfalls begrenzt. Die Stauraumvolumina wurden mit einem generellen Höhenmodell (10 Meter Raster) ermittelt und stellen nur grobe Abschätzungen dar. Deshalb wurde der Vergleich zwischen den erforderlichen und vorhandenen Stauräumen mit einer einheitlichen Stauhöhe von 10 Metern angestellt (Abbildung 7).

**Stauraumvolumina der potentiellen RHB  
in den Zubringern der Piesting**

Datengrundlage: Höhenmodell (BEV) 10m Raster

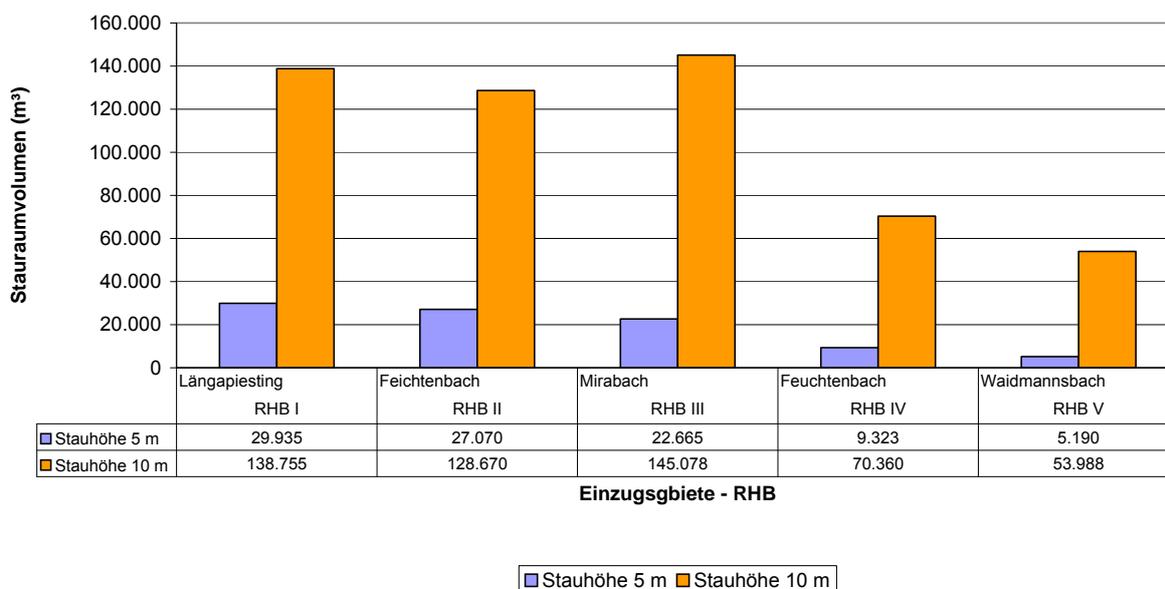


Abbildung 7: Stauraumvolumina der potentiellen RHB

**5.9.2 Abflusskapazitäten der Unterlaufgerinne**

Im Zuge der Gefahrenzonenplanung wurden die Abflusskapazitäten im Feuchtenbach mit 3-4 m³/s und im Waidmannsbach mit rund 2-3 m³/s abgeschätzt. Die Abflusskapazitäten sind durch Durchlässe wie z.B. beim Waidmannsbach zusätzlich eingeschränkt. Beim Feuchtenbach ist über weite Strecken kaum ein Gerinne vorhanden und deshalb wird die Gerinnekapazität mit ca. 2 m³/s angenommen. Die Abflusskapazitäten der Längapiesting und des Mirabachs wurden in diesem Projekt mit jeweils 5 m³/s angenommen.

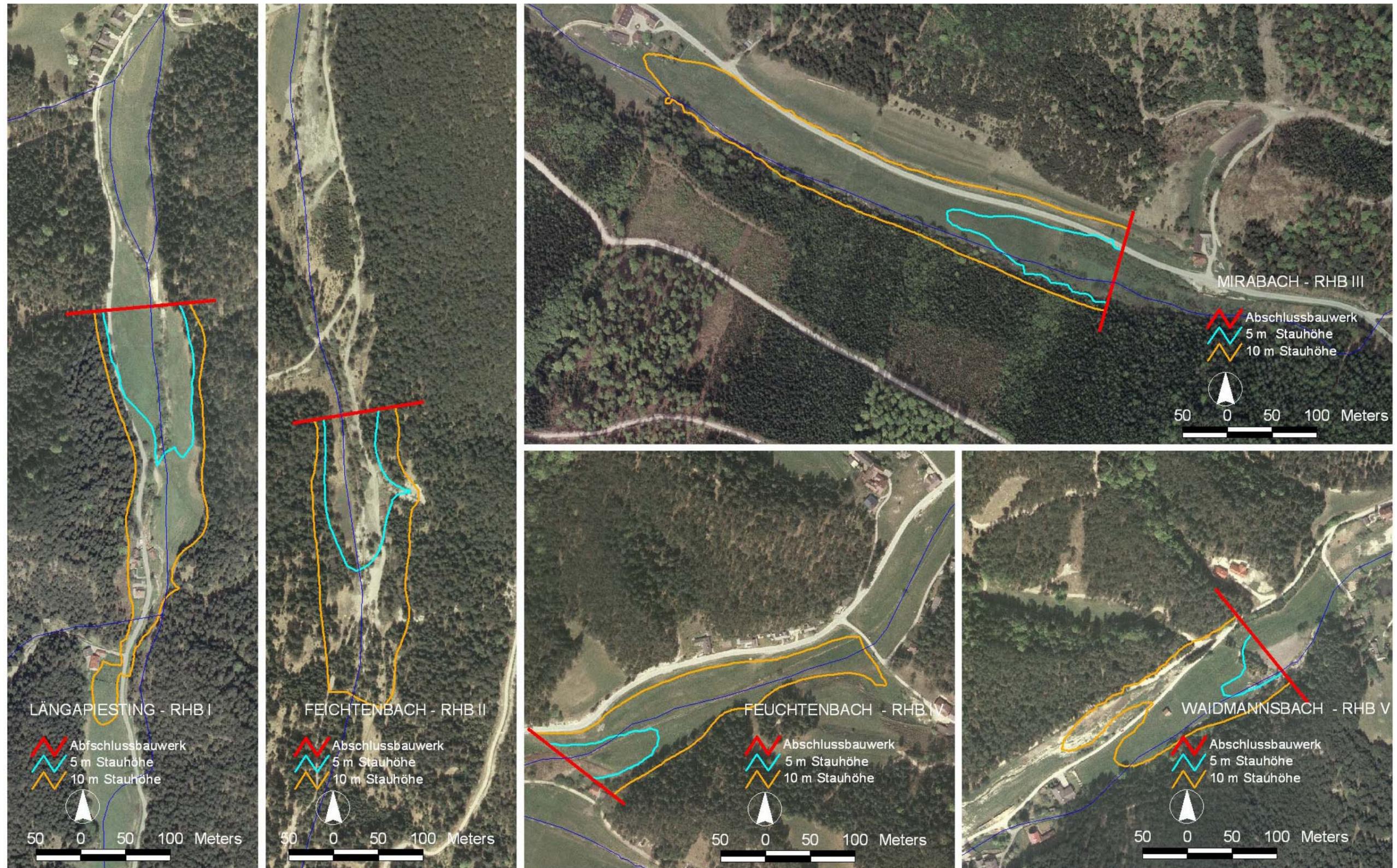


Abbildung 8: Stauräume der RHB I-IV



## **6 NIEDERSCHLAGS-ABFLUSSMODELL**

Um für das Projektgebiet die Abflussverhältnisse ermitteln zu können, wurde ein Flussgebietsmodell (FGM) für das gesamte Projektgebiet erstellt. Zur Durchführung der hydrologischen Berechnungen kam das Software-Paket IHK<sup>1)</sup> der Universität Karlsruhe (TH) zum Einsatz. Das Simulationsmodell konnte mit den Daten von zwei Pegelstationen des Hydrographischen Dienstes vom Ereignis am 6.-7. Juni 2002 kalibriert werden (Kapitel 6.4).

### **6.1 Erstellung des Flussgebietsmodells**

#### **6.1.1 Allgemein**

Die wesentlichen Elemente eines Flussgebietsmodells sind Teileinzugsgebiete, Fließstrecken und Knotenpunkte. An Knotenpunkten werden bei der hydrologischen Simulation Abflussganglinien berechnet. Dabei wird zwischen Knotenpunkten, an denen der Abfluss aus einem Teileinzugsgebiet berechnet wird und solchen, an denen keine Niederschlags-Abflussberechnung durchgeführt wird, unterschieden. Letztere sind Knotenpunkte an Zusammenflüssen und Kontrollknoten zur Darstellung der direkten Auswirkung von Retentionsmaßnahmen. Fließstrecken verbinden die einzelnen Modellknoten, entlang dieser Fließstrecken kann die Wellenverformung und fließende Retention über Flood-Routing Verfahren berücksichtigt werden.

#### **6.1.2 Flussgebietsmodell Piestingtal**

Bei der Erstellung des FGM-Piestingtal wurden als Grundgerüst die Einzugsgebiete laut Wildbach- und Lawinenkataster (WLK) verwendet. Zusätzliche Knotenpunkte bzw. Teileinzugsgebiete ergaben sich durch die Aufteilung der sehr großen WLK-Einzugsgebiete, durch das übergeordnete Gewässernetz sowie aus potentiellen Standorten für Retentionsmaßnahmen und zu erwartende gefährdete Gebiete.

Es ergab sich ein Modell für die hydrologische Simulation mit 110 Knotenpunkten und 74 Teileinzugsgebieten, welches schematisch in Abbildung 9 und in Abbildung 10 mit den Teileinzugsgebietsgrenzen und dem Gewässernetz dargestellt ist.

---

<sup>1)</sup> IHK: Institut für Hydrologie und Kulturtechnik



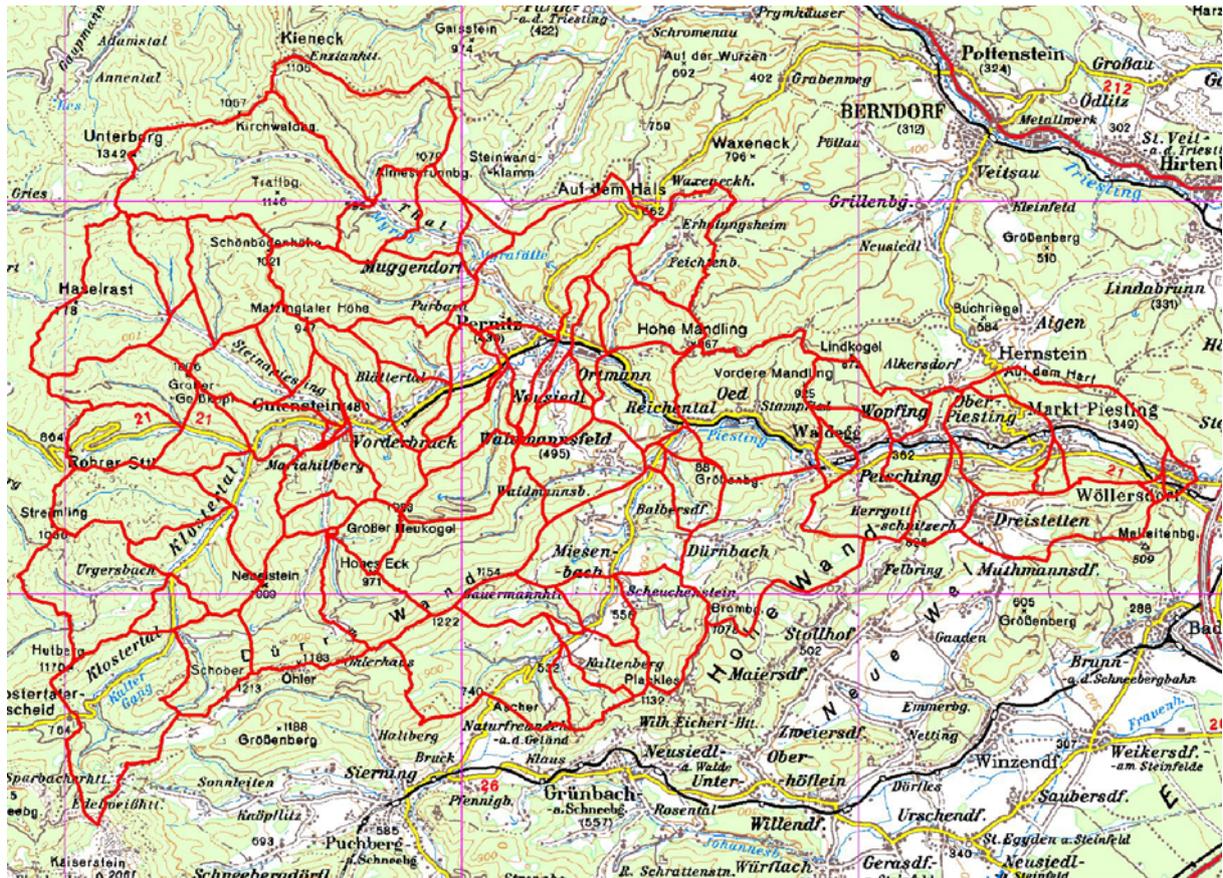


Abbildung 10: Teileinzugsgebietsabgrenzung im FGM-Piestingtal (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert)

## 6.2 Festlegung der Gebietsparameter

Zur Berechnung von Abflussganglinien aus Bemessungsniederschlägen wurde für alle Teileinzugsgebiete das Regionalisierungsverfahren nach LUTZ (1984) herangezogen. Bei diesem Verfahren wird über verschiedene Gebietsparameter aus der zeitlichen Niederschlagsverteilung die zugehörige Abflussganglinie ermittelt. Die Modellparameter können in zwei Gruppen unterteilt werden, wobei die eine Gruppe nur von den Gegebenheiten im Einzugsgebiet abhängig ist, während die zweite vom Niederschlagsereignis abhängt (HOLZINGER, 2001). Einen speziellen Wert stellt der durchschnittliche Abflussbeiwert dar, da dieser sowohl von Gebietseigenschaften, als auch vom Niederschlagsereignis abhängt. Dieser wird allerdings im Programmpaket IHK-HW während der Simulation nach der Methode nach LUTZ (1984) berechnet. Die dazu nötigen Kennzahlen folgen wieder der Einteilung in gebietspezifische und ereignisspezifische Parameter.



## 6.2.1 Gebietsspezifische Parameter

Diese Parametergruppe ist in erster Linie von Topographie, Vegetation, Boden und Landnutzung abhängig. Um die Parameter für die Teileinzugsgebiete ermitteln zu können, wurde ein GIS-Projekt für das Projektgebiet angelegt. Dabei konnte aus den Basisdaten Geometrie, Vegetation und Landnutzung sowie Boden, welche mit den Flächen des FGM verschnitten wurden, die jeweiligen Kennzahlen für die Teileinzugsgebiete bestimmt werden.

Die Basisdaten wurden aus dem Hydrologischen Atlas Österreich, aus der Österreichischen Bodenkartierung und der ÖK50 übernommen.

### 6.2.1.1 Datengrundlagen und Datenerhebung

Für die Bestimmung der Gebietsparameter sind die Vegetation und die Landnutzung von entscheidender Bedeutung. Im Hydrologischen Atlas Österreichs (HAÖ) sind die Daten *Bodenbedeckung* zur Ermittlung von hydrologischen Parametern geeignet.

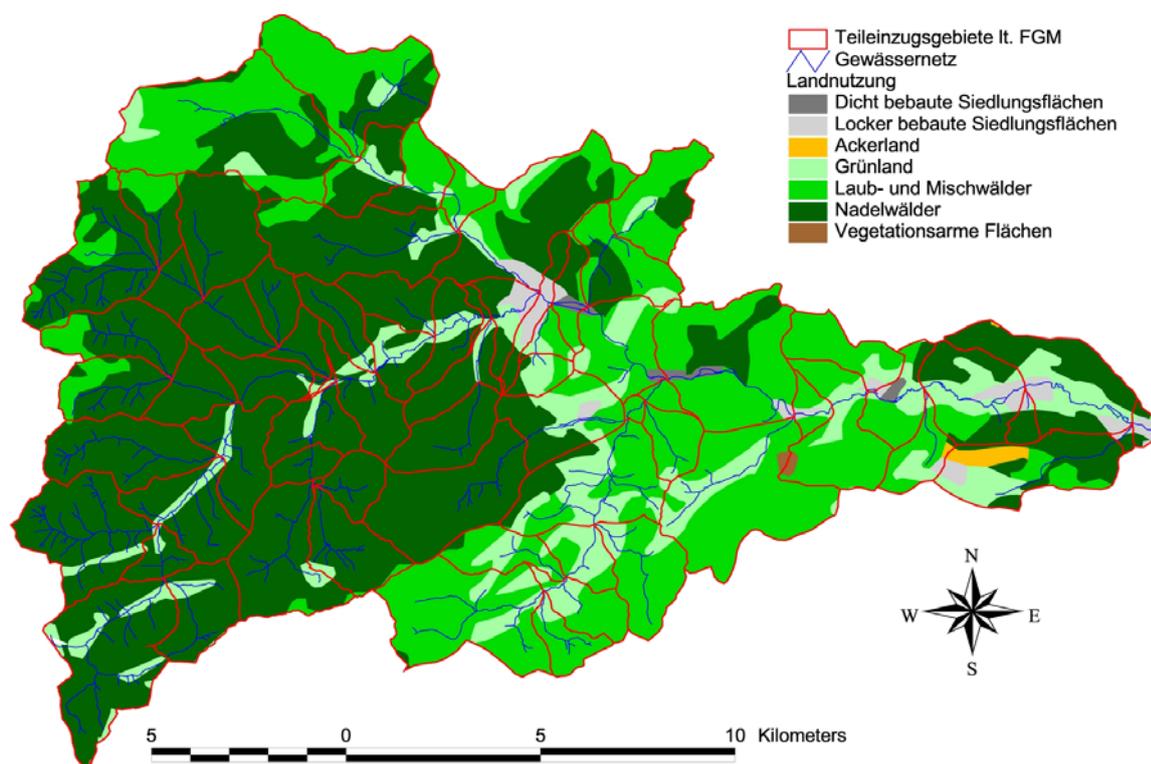


Abbildung 11: Darstellung der Vegetations- und Landnutzungsdaten im Projektgebiet, Datenquelle: HAÖ, BMLFUW (2003)

Die Grundlagen der Angaben im HAÖ sind die CORINE<sup>1)</sup> Land Cover Daten, bei denen Satellitendaten (Landsat 5, TM) in einem Arbeitsmaßstab von 1:100.000 als

<sup>1)</sup> CORINE: „Coordination of Information on the Environment“, ein Programm der Europäischen Kommission



Basis dienen. Die kleinste Erhebungseinheit liegt bei 25 ha, für längliche Objekte liegt die Mindestbreite bei 100 m. Diese Daten sind digital vorhanden und können daher direkt in das GIS-Projekt übernommen werden.

Die Österreichische Bodenkartierung wird für landwirtschaftliche Flächen durchgeführt. Das Ziel dieser Bodenkartierung liegt primär darin, für Landwirtschaftliche Fragestellungen Daten zur Verfügung zu stellen. Aus den Angaben zu den einzelnen Bodenarten bzw. -parametern können jedoch hydrologische Eigenschaften abgeleitet werden. Dazu müssen die sehr detailliert aufgenommenen Bodenarten zu wenigen hydrologisch relevanten Gruppen zusammengeführt werden. Eine weitere Kenngröße ist die Gewässernetzdichte, welche bereits in *Kapitel 5.4* besprochen wurde. Aus der Kombination dieser beiden Informationen wurde gutachtlich für das Projektgebiet eine räumliche Verteilung von Bodentypen<sup>1)</sup> durchgeführt und ins GIS übertragen.

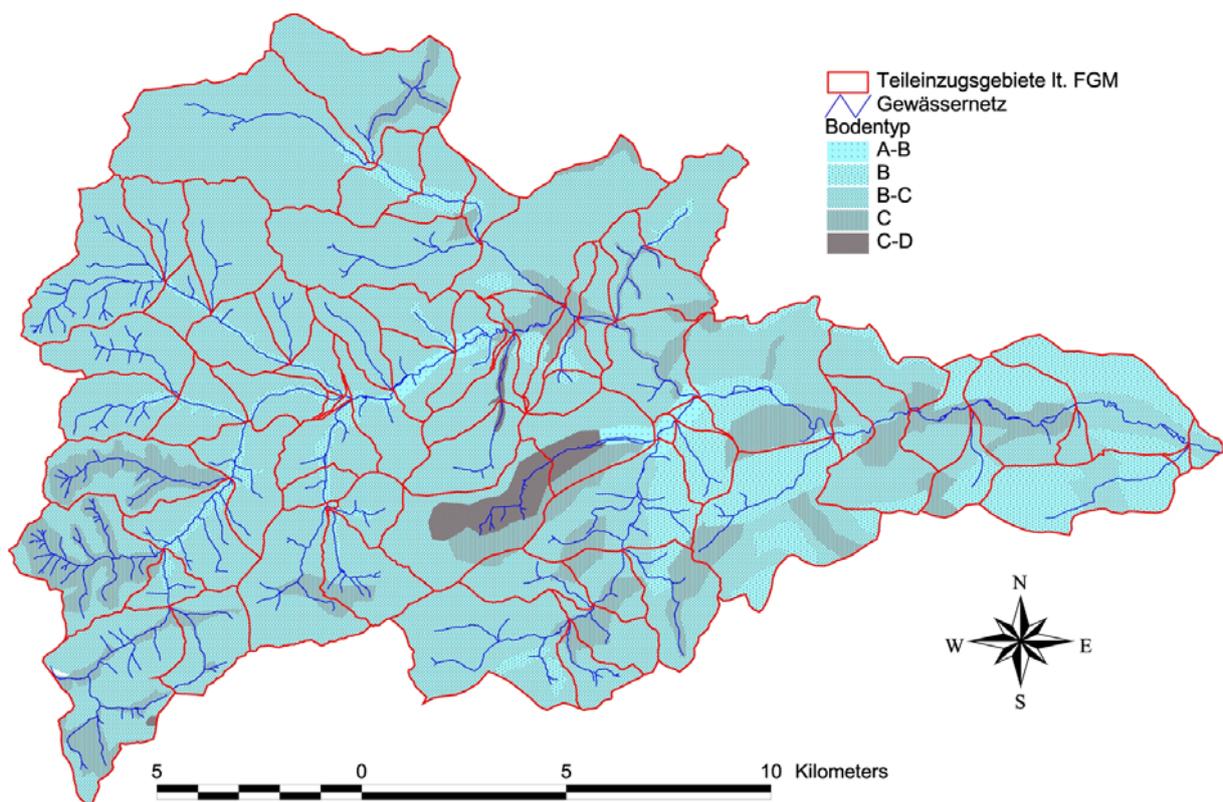


Abbildung 12: Darstellung der ermittelten Bodentypen im Projektgebiet

Auf Basis der ÖK50 können alle entscheidenden Geometriewerte in ausreichender Genauigkeit ermittelt werden. Die Einzugsgebietsgrenzen wurden digital aus dem WLK in das GIS-Projekt importiert, aus der ÖK50 wurden Fließwege und

<sup>1)</sup> Bodentypen von A bis D, wie sie für die hydrologischen Verfahren LUTZ (1984) und SCS verwendet werden.



Längsprofile entlang dieser digitalisiert, die Flächen und Längen der einzelnen Geometrielemente wurden im GIS automatisch ermittelt.

### 6.2.1.2 Ermittlung der Modellparameter

Die räumliche Verteilung der oben beschriebenen Basisdaten wurde im GIS mit den Teileinzugsgebieten verschnitten und die relevanten Parameter über eine Datenbank für die Teileinzugsgebiete festgelegt.

Gewisse Parameter können direkt übernommen werden, während sich andere aus den Kennwerten der Basisdaten ermitteln lassen. In Tabelle 4 sind die Parameter die zur Regionalisierung nach LUTZ (1984) benötigt werden aufgeführt, in Tabelle 5 finden sich die jene gebietsabhängigen Parameter, welche zur Berechnung des Abflussbeiwerts über das Verfahren nach LUTZ (1984) benötigt werden.

Parameter	Formelzeichen	Maßeinheit <sup>*1)</sup>	Beschreibung	Datenherkunft
Fließlänge	$L$	[km]	Horizontalprojektion des längsten möglichen Fließwegs von der Wasserscheide bis zum EZG-Ausfluss	Im GIS aus der ÖK50 ermittelt
Fließlänge bis zum EZG-Schwerpunkt	$L_C$	[km]	Länge wie oben bis zum Gebietsschwerpunkt	
gewichtetes Gefälle	$I_g$	[-]	Gefälle der gedachten Gerade im Längsprofil des längsten möglichen Fließwegs von der Wasserscheide bis zum EZG-Ausfluss, welche das Profil in zwei flächengleiche Bereiche ober- und unterhalb der Linie teilt	Längsprofil im GIS aus der ÖK50 ermittelt, Berechnung des gewichteten Gefälles in der Parameterdatenbank
Waldanteil	$W$	[%]	Prozentueller Anteil der Waldfläche an der EZG-Fläche	Im GIS aus den Bodenbedeckungsdaten des HAÖ ermittelt, in der Parameterdatenbank den relativen Anteil berechnet
Bebauungsanteil	$U$	[%]	Prozentueller Anteil der versiegelten Fläche an der EZG-Fläche	
Gebietsfaktor	$PI$		Empirischer Wert, welcher die Geschwindigkeit des Aufbaus der HQ-Welle beschreibt	grobe Empfehlungen in LUTZ (1984), genaue Festlegung über die Modellkalibrierung

\*1) Kartenmaßstab 1 : 25.000 bzw. 1 : 50.000

Tabelle 4: Gebietspezifische Parameter des Regionalisierungsverfahrens nach LUTZ (1984)



Parameter	Formelzeichen	Maßeinheit	Beschreibung	Datenherkunft
EZG-Fläche	$A_E$	[km <sup>2</sup> ]	Horizontalprojektion des Einzugsgebiets	Geometrie, übernommen aus dem WLK bzw. Digitalisierung aus ÖK50
versiegelte EZG-Fläche	$A_{E,s}$	[km <sup>2</sup> ]	Versiegelter Teil der EZG-Fläche (großflächige Verkehrswege, Siedlungsgebiet)	Im GIS aus den Bodenbedeckungsdaten des HAÖ ermittelt
Anfangsverlust	$A_v$	[mm]	Jener Teil des Niederschlags, welcher zu Beginn des Ereignisses fällt und nicht zum Abfluss beiträgt	Bestimmung über Tabellen nach Lutz (1984) über die Kenndaten Bodenbedeckung und Bodentyp (analog Endabflussbeiwert)
Anfangsverlust für versiegelte Flächen	$A'_v$	[mm]	wie oben für versiegelte Flächen	Vorschlag nach Lutz (1984) immer 1 mm
Endabflussbeiwert	$c$	[-]	maximal möglicher Abflussbeiwert im EZG, definiert als Abflussbeiwert berechnet nach dem SCS-Verfahren <sup>1)</sup> bei einer Niederschlagssumme von 250 mm	Bestimmung des CN-Wertes <sup>2)</sup> aus den Kennwerten Bodenbedeckung (entnommen aus HAÖ) und Bodentyp (Festlegung nach Beschreibung in Kapitel 6.2.1.1)
Abflussbeiwert für versiegelte Flächen	$\psi_s$	[-]		wird unter der Annahme der Versiegelung auf 1,0 gesetzt
Gebietsparameter nach LUTZ (1984)	$C_1$		Parameter im Berechnungsansatz nach LUTZ (1984), welche keinen direkten Zusammenhang mit zu messenden oder kartierenden Werten in der Natur haben, gehen in die Berechnung des Ereignisfaktors $a$ ein	Wird über die Modellkalibrierung ermittelt
	$C_2$			2,0 - 4,62, drückt den Einfluss der Jahreszeit aus
	$C_3$			lt. Empfehlung LUTZ (1984) 2,0
	$C_4$			lt. Empfehlung LUTZ (1984) 0,0

Tabelle 5: Gebietsspezifische Parameter zur Ermittlung des Abflussbeiwerts nach LUTZ (1984)

<sup>1)</sup> SCS: Soil Conservation Service, Hydrologisches Verfahren zur Bestimmung des Abflussbeiwertes

<sup>2)</sup> CN: Curve Number, Kennzahl zur Beschreibung des EZG beim SCS-Verfahren



## 6.2.2 Ereignisspezifische Parameter

Sowohl zur Berechnung der Einheitsganglinie über das Regionalisierungsverfahren als auch zur Ermittlung des Gesamtabflussbeiwerts nach LUTZ (1984) sind zusätzlich zu den gebietsabhängigen noch ereignisabhängige Parameter nötig. Diese beschreiben einerseits das Niederschlagsereignis selbst, andererseits den kurzfristigen Zustand des Einzugsgebiets zum Zeitpunkt des Ereignisses. In Tabelle 6 und Tabelle 7 sind diese Parameter näher beschrieben, im Kapitel 6.3 wird beschrieben, in welcher Weise die Parameter in die Berechnung eingehen.

Parameter	Formelzeichen	Maßeinheit	Beschreibung	Datenherkunft
mittlere Niederschlagsintensität	$PI$	[mm/h]	Intensität des Gesamtereignisses (aus Ereignissumme und Ereignisdauer)	Wird während der Simulation aus den Niederschlagsdaten berechnet
Monatszahl	$M$	[-]	Monat in dem das zu simulierende Ereignis stattfindet	Bei der Modellkalibrierung bekannt, für Bemessungsereignisse jenes Monat mit der größten Häufung an extremen Niederschlägen
Abflussbeiwert	$\psi$	[-]	für das jeweilige Ereignis gültiger Abflussbeiwert	automatische Berechnung nach Lutz (1984) während der Simulation

Tabelle 6:: Ereignisspezifische Parameter des Regionalisierungsverfahrens nach LUTZ (1984)

Parameter	Formelzeichen	Maßeinheit	Beschreibung	Datenherkunft
Gebietsniederschlag	$N$	[mm]	Niederschlagssumme für das Ereignis	Wird während der Simulation aus den Niederschlagsdaten berechnet
Wochenzahl	$WZ$	[-]	Woche in der das zu simulierende Ereignis stattfindet (Wo31: WZ=1, in beide Richtungen positive Werte)	Während der Simulation aus der Monatszahl (Tabelle 6) geschätzt
Basisabfluss	$q_B$	[l.s <sup>-1</sup> .km <sup>-2</sup> ]	Basisabflussspende zu Beginn des Niederschlagsereignisses, beschreibt die Vorbefeuchtung	Bei der Kalibrierung aus den Pegeldata auf alle Teileinzugsgebiete hochgerechnet, für die Simulation der Bemessungsniederschläge gutachtlich festgelegt
Niederschlagsdauer	$t_D$	[h]	Wird während der Simulation aus den Niederschlagsdaten berechnet, ist jedoch ohne Bedeutung bei Festlegung des Parameters $C_4$ mit 0,0, lt. Empfehlung LUTZ (1984)	

Tabelle 7: Ereignisspezifische Parameter zur Ermittlung des Abflussbeiwerts nach LUTZ (1984)



### 6.3 Beschreibung der Berechnungsverfahren

Der Regionalisierungsansatz nach LUTZ (1984) beschreibt die Einheitganglinie über die mittlere Anstiegszeit des Einzugsgebiets (Parameter aus Tabelle 4)

$$t_A = P1 \cdot \left( \frac{L \cdot L_C}{I_g^{1,5}} \right)^{0,26} \cdot e^{-0,016 \cdot U} \cdot e^{0,004 \cdot W}$$

und den Scheitelwert, der in Abhängigkeit vom gewählten Simulationszeitschritt als Exponentialfunktion der korrigierten mittleren Anstiegszeit

$$t'_A = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot t_A$$

abhängig vom Berechnungszeitschritt ermittelt wird. In der Gleichung für die korrigierte mittlere Anstiegszeit beschreiben die Korrekturfaktoren  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$  den Einfluss der gebietsspezifischen Parameter  $PI$ ,  $M$  und  $\psi$  (Tabelle 6) und werden aus diesen über empirische Zusammenhänge bestimmt. Im Softwarepaket IHK besteht noch die Möglichkeit, im Rahmen der Modellkalibrierung den Scheitelwert über einen linearen Korrekturfaktor an gemessene Hochwasserereignisse anzupassen, was jedoch rein gutachtlich erfolgt und nicht als Teil des Regionalisierungsansatzes gesehen werden darf.

Im Softwarepaket IHK wird zur einfacheren numerischen Berechnung die normierte Einheitganglinie nach LUTZ (1984) durch die lineare Speicherkaskade als Einheitganglinie ersetzt, welche sich mit

$$u(t) = \frac{t^{n-1}}{k^n \cdot \Gamma(n)} \cdot e^{-t/k}$$

berechnet, wobei aus den Beziehungen

$$t_A = (n-1) \cdot k$$

und

$$u_{\max} = \frac{(n-1)^{n-1}}{k \cdot \Gamma(n)} \cdot e^{-(n-1)}$$

durch Einsetzen der über das Verfahren nach LUTZ (1984) berechneten Werte die Anzahl der Linearspeicher  $n$  und die Speicherkonstante  $k$  [h] berechnet werden und somit der zeitliche Verlauf der Einheitganglinie festgelegt werden kann.

Die Berechnung des Abflussbeiwerts nach LUTZ (1984) erfolgt dabei über die Gleichung



$$\psi = \frac{N - (N_{eff,u} + N_{eff,s})}{N}$$

wobei sich der Effektivniederschlag für versiegelte Flächen mit

$$N_{eff,s} = (N - A'_v) \cdot \psi_s \cdot \frac{A_{E,s}}{A_E}$$

und für nicht versiegelte Flächen mit

$$N_{eff,u} = \left\{ (N - A_v) \cdot c - \frac{c}{a} \cdot [1 - e^{-a \cdot (N - A_v)}] \right\} \cdot \frac{A_E - A_{E,s}}{A_E}$$

berechnet. Der Ereignisfaktor  $a$  [ $\text{mm}^{-1}$ ] wird dabei über die Gleichung

$$a = C_1 \cdot e^{\frac{C_2}{WZ}} \cdot e^{\frac{C_3}{q_B}} \cdot e^{-\frac{C_4}{t_D}}$$

ermittelt. Diese Berechnungen werden jedoch automatisch während der Simulation durchgeführt, die Abkürzungen und Formelzeichen finden sich in Tabelle 5 und Tabelle 7.

## 6.4 Ermittlung von Bemessungsniederschlägen

### 6.4.1 Auswertung der Daten aus den Hydrographischen Jahrbüchern

#### 6.4.1.1 Räumliche Niederschlagscharakteristik

Das Projektgebiet erstreckt sich von der Ebene des Wiener Beckens bis in die alpinen Gebiete der nördlichen Kalkalpen, woraus sich die Niederschlagscharakteristik von West nach Ost stark ändert. Als Kennzahl für diese räumlichen Unterschiede kann der mittlere Jahresniederschlag der Messstationen (Tabelle 8) herangezogen werden. Dazu wurden die Werte der einzelnen Stationen in einem 100 m Raster in ArcView interpoliert (Spline) und das Ergebnis als räumliche Verteilung (Abbildung 13 bis Abbildung 15) dargestellt. Es zeigt sich dabei, dass die mittleren Jahresniederschläge der Stationen im westlichen Teil des Projektgebietes teilweise doppelt so hoch sind, wie die Werte der Stationen in den Tieflagen im Osten. Allein durch diese unterschiedliche Charakteristik kann nicht von einem Bemessungsereignis mit gleicher Niederschlagshöhe über das gesamte Projektgebiet ausgegangen werden. Die Niederschlagsverteilung des Ereignisses am 6.-7. Juni 2002 zeigt wie stark der Niederschlag im Projektgebiet variiert. Die räumliche Niederschlagscharakteristik wird daher bei der Festlegung von Bemessungsszenarien entsprechend berücksichtigt werden müssen.



<b>Station</b>	<b>HZB Nummer</b>	<b>1951-2000</b>	<b>1976-2000</b>	<b>1991-2000</b>
Feichtenbach	109173			845
Furth-Harras	108258	958	914	1054
Gutenstein	108456	941	942	991
Haschendorf	108696		591	654
Innerhalbach	109108			1406
Kaiserbrunn	109835	1221	1212	1352
Leobersdorf	108274	583	584	633
Miesenbach	109181			955
Naßwald	109827	1179	1180	1301
Naßwald-Wasseralm	110155		1400	1492
Neunkirchen	109918	610	603	647
Puchberg am Schneeberg	109884	940	896	993
Reichenau an der Rax	109843	869	876	1031
Rohr im Gebirge	109801	1219	1169	1258
Saubersdorf	110106		614	652
Schwarzau im Gebirge	109819	1279	1303	1450
Stixenstein	109892	762	740	825
Stollhof-Hohe Wand	109900		834	911
Wiener Neustadt (Flugplatz)	110007	630	599	623

Tabelle 8: Mittlerer Jahresniederschlag [mm] über verschiedene Zeiträume



Abbildung 13: Räumliche Verteilung des mittleren Jahresniederschlags im Projektgebiet für den Zeitraum 1951 – 2000 (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert)

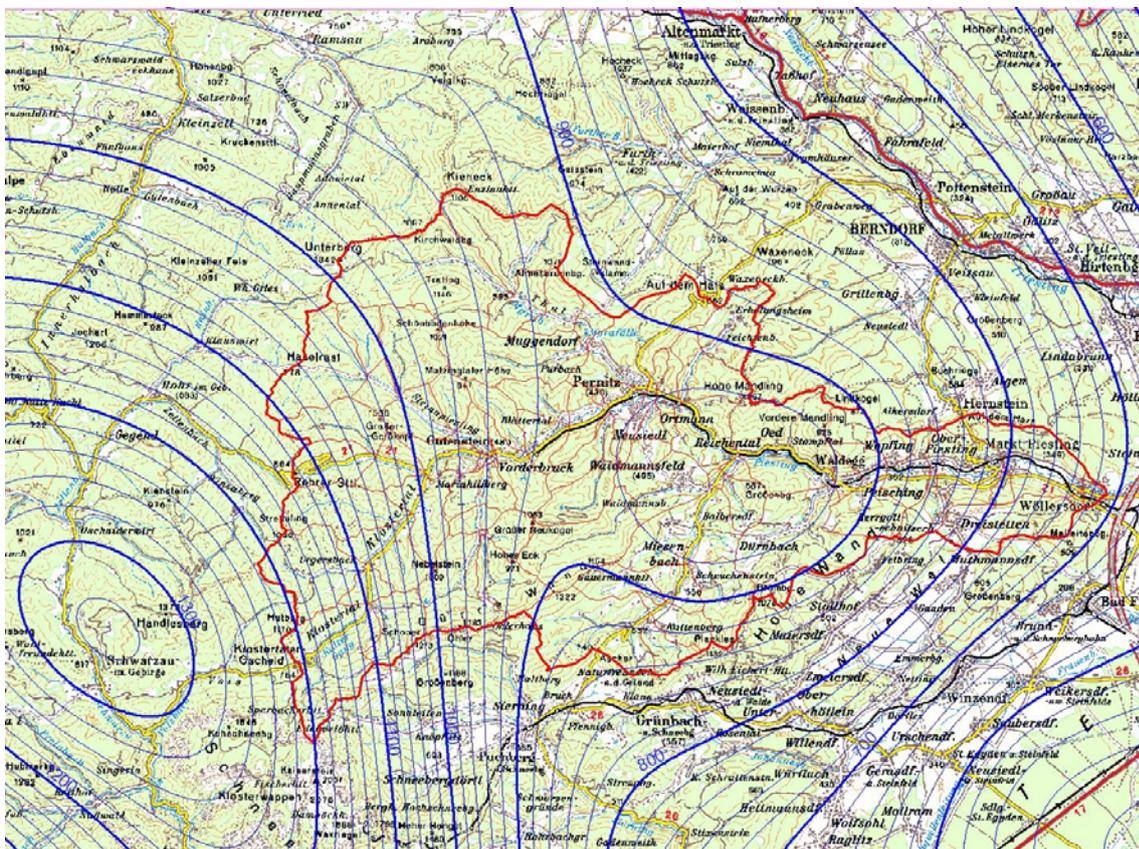


Abbildung 14: Räumliche Verteilung des mittleren Jahresniederschlags im Projektgebiet für den Zeitraum 1976 – 2000 (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert)

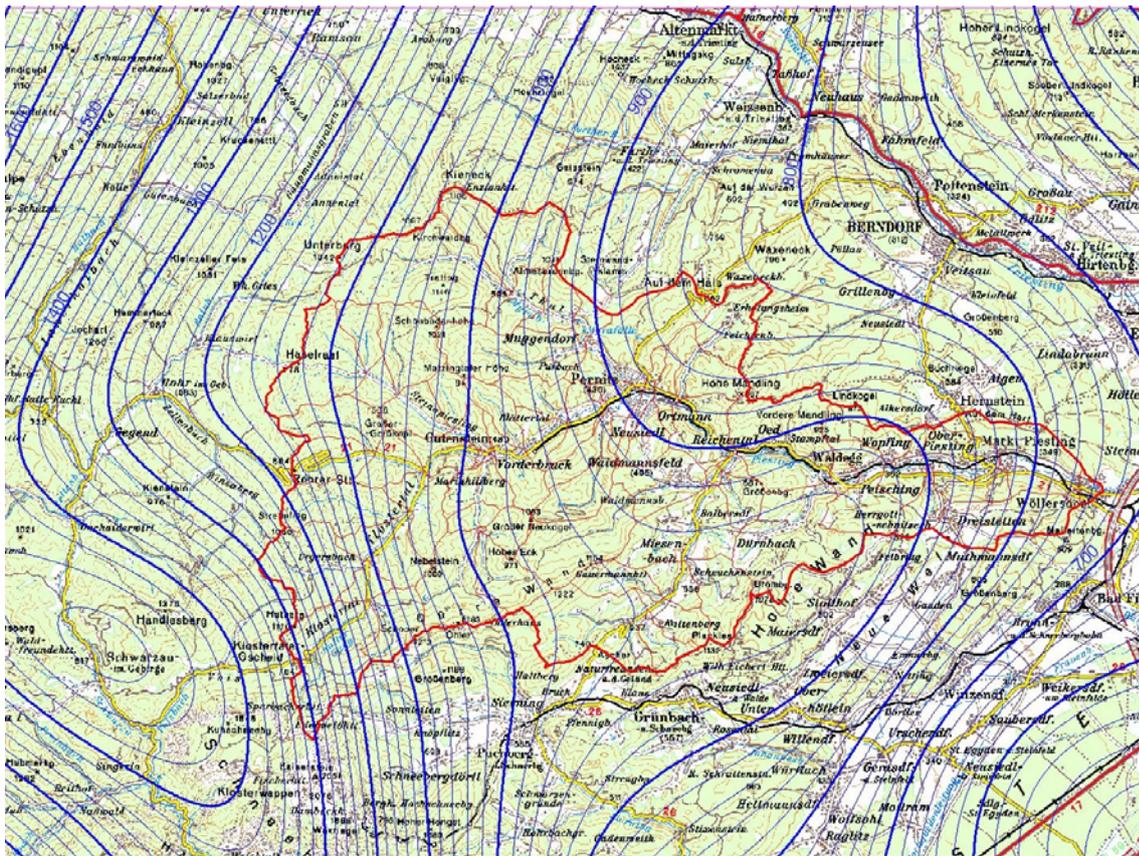


Abbildung 15: Räumliche Verteilung des mittleren Jahresniederschlags im Projektgebiet für den Zeitraum 1991 – 2000 (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert)

#### 6.4.1.2 Bemessungsniederschlag bestimmter Jährlichkeit

Zur Ermittlung von Bemessungsereignissen wurden die jährlichen Tagesmaxima und Monatsmaxima der in Kapitel 5.7 angeführten Messstationen extremwertstatistisch ausgewertet. Zur Ermittlung von Jährlichkeiten kam die Gumbel-Verteilung, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung vom Typ Extremal-I, zur Anwendung. Die Gleichung für die Umkehrfunktion der Gumbel-Verteilung lautet

$$x_T = x_0 - \frac{1}{m} \cdot \ln(-\ln P_u)$$

wobei sich die Parameter mit

$$x_0 = \bar{x} - \bar{y}_n \cdot \frac{\sigma_n}{\sigma_x}$$

und

$$m = \frac{\sigma_n}{\sigma_x}$$

berechnen und die Jährlichkeit aus der Unterschreitungswahrscheinlichkeit mit

$$T = \frac{1}{1 - P_u}$$



abgeleitet wird. In den Gleichungen stehen die Abkürzungen und Formelzeichen für

$x_T$  ... Erwartungswert für eine bestimmte Unterschreitungswahrscheinlichkeit,

$P_u$  ... Unterschreitungswahrscheinlichkeit,

$T$  ... Jährlichkeit (Wiederkehrintervall),

$\bar{x}$  ... Mittelwert der Datenreihe,

$\sigma_x$  ... Standardabweichung der Datenreihe,

$\bar{y}_n$  ... Mittelwert der reduzierten Zufallsvariable (abhängig von der Anzahl der Daten)

$\sigma_n$  ... Standardabweichung der reduzierten Zufallsvariable (abhängig von der Anzahl der Daten).

Da für die einzelnen Stationen unterschiedlich lange Zeitreihen vorliegen, wurde zu den Niederschlagshöhen verschiedener Jährlichkeit auch das Vertrauensintervall bei 5%-iger Irrtumswahrscheinlichkeit berechnet, die Formel dazu lautet

$$\Delta x = \pm t(\alpha) \cdot s_T$$

wobei  $t(\alpha)$  für das  $\alpha$ -Quantil der standardisierten Normalverteilung steht und  $\alpha$  die Irrtumswahrscheinlichkeit ist. Der Wert  $s_T$  berechnet sich - in Abhängigkeit von der Anzahl der Daten  $n$  - über die Gleichung

$$s_T = \delta_T \cdot \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

mit dem Schätzfehler

$$\delta_T = \sqrt{1 + 1,14K_T + 1,1K_T^2}$$

welcher sich aus dem Häufigkeitsfaktor der GUMBEL-Verteilung

$$K_T = \frac{y_T - \bar{y}_n}{\sigma_n}$$

berechnen lässt, wobei der Wahrscheinlichkeitswert

$$y_T = -\ln\left(\ln\frac{1}{P_u}\right)$$

der GUMBEL-Verteilung in die Gleichung eingeht.

Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Tabelle 9 für die Tages- und in Tabelle 10 für die Monatsmaxima aufgelistet. Durchgeführt wurde die Berechnung nur für Stationen, welche eine Datenreihe von mindestens 10 Jahren aufweisen. Um eine gesicherte Datengrundlage zu erhalten, wurden nur Stationen, bei denen beim Ergebnis für die maximalen Tagessumme der Jährlichkeit 100 die Abweichung  $\Delta t$  bei



5%-iger Irrtumswahrscheinlichkeit weniger als 20% des Ergebniswertes beträgt, zur weiteren Auswertung herangezogen.

Station	T 30	T 100	T 150
Altenmarkt an der Triesting <sup>1)</sup>	98 ± 12 mm	116 ± 16 mm	122 ± 17 mm
Dreistetten	94 ± 19 mm	114 ± 25 mm	121 ± 27 mm
Ebenwald	186 ± 85 mm	236 ± 114 mm	252 ± 123 mm
Feichtenbach	145 ± 51 mm	186 ± 68 mm	200 ± 73 mm
Furth-Harras <sup>1)</sup>	123 ± 20 mm	149 ± 26 mm	158 ± 28 mm
Gutenstein <sup>1)</sup>	95 ± 11 mm	113 ± 15 mm	119 ± 16 mm
Haschendorf	82 ± 19 mm	99 ± 26 mm	105 ± 28 mm
Hohe Wand (Herrgottschnitzerhaus)	110 ± 43 mm	136 ± 58 mm	144 ± 63 mm
Innerhalbach	159 ± 46 mm	196 ± 62 mm	209 ± 67 mm
Kaiserbrunn <sup>1)</sup>	119 ± 14 mm	142 ± 18 mm	150 ± 20 mm
Kaumberg	162 ± 79 mm	205 ± 106 mm	219 ± 115 mm
Kleinzell -	154 ± 34 mm	188 ± 45 mm	199 ± 49 mm
Kremesberg <sup>1)</sup>	78 ± 10 mm	92 ± 13 mm	97 ± 15 mm
Leobersdorf <sup>1)</sup>	67 ± 8 mm	78 ± 11 mm	82 ± 12 mm
Miesenbach	140 ± 45 mm	175 ± 60 mm	187 ± 65 mm
Naßwald <sup>1)</sup>	100 ± 11 mm	118 ± 14 mm	123 ± 15 mm
Naßwald-Wasseralm	128 ± 31 mm	156 ± 41 mm	165 ± 45 mm
Neunkirchen <sup>1)</sup>	75 ± 8 mm	89 ± 11 mm	93 ± 12 mm
Pottenstein	122 ± 53 mm	154 ± 70 mm	165 ± 77 mm
Puchberg am Schneeberg <sup>1)</sup>	102 ± 17 mm	122 ± 23 mm	129 ± 24 mm
Reichenau an der Rax <sup>1)</sup>	89 ± 9 mm	106 ± 12 mm	111 ± 13 mm
Rohr im Gebirge <sup>1)</sup>	118 ± 14 mm	142 ± 19 mm	150 ± 20 mm
Saubersdorf	68 ± 13 mm	79 ± 17 mm	83 ± 18 mm
Schwarzau im Gebirge <sup>1)</sup>	104 ± 12 mm	123 ± 16 mm	130 ± 17 mm
Stixenstein <sup>1)</sup>	94 ± 12 mm	113 ± 16 mm	120 ± 17 mm
Stollhof-Hohe Wand	94 ± 20 mm	114 ± 27 mm	121 ± 29 mm
Unterhöflein	116 ± 46 mm	143 ± 62 mm	153 ± 67 mm
Wiener Neustadt (Flugplatz) <sup>1)</sup>	77 ± 11 mm	91 ± 15 mm	95 ± 16 mm

Tabelle 9: Ergebnisse der extremwertstatistischen Auswertung der Tagesmaxima für die einzelnen Niederschlagsstationen (<sup>1)</sup> Station erfüllt die Bedingung einer Abweichung unter 20% für die Jährlichkeit 100)



Station	T 30	T 100	T 150
Altenmarkt an der Triesting <sup>1)</sup>	268 ± 29 mm	313 ± 38 mm	328 ± 41 mm
Dreistetten <sup>1)</sup>	240 ± 36 mm	282 ± 48 mm	297 ± 52 mm
Feichtenbach	251 ± 66 mm	300 ± 88 mm	317 ± 95 mm
Furth-Harras <sup>1)</sup>	350 ± 52 mm	419 ± 69 mm	442 ± 75 mm
Gutenstein <sup>1)</sup>	448 ± 70 mm	561 ± 93 mm	598 ± 101 mm
Haschendorf	191 ± 40 mm	226 ± 53 mm	237 ± 58 mm
Innerhalbach	458 ± 129 mm	555 ± 173 mm	588 ± 188 mm
Kaiserbrunn <sup>1)</sup>	365 ± 38 mm	428 ± 50 mm	449 ± 55 mm
Kleinzell - <sup>1)</sup>	369 ± 62 mm	434 ± 83 mm	456 ± 90 mm
Kremesberg <sup>1)</sup>	204 ± 22 mm	237 ± 29 mm	248 ± 31 mm
Leobersdorf <sup>1)</sup>	173 ± 19 mm	200 ± 26 mm	209 ± 28 mm
Miesenbach	263 ± 57 mm	305 ± 76 mm	320 ± 83 mm
Naßwald <sup>1)</sup>	351 ± 35 mm	409 ± 47 mm	428 ± 51 mm
Naßwald-Wasseralm	406 ± 87 mm	481 ± 116 mm	505 ± 126 mm
Neunkirchen <sup>1)</sup>	209 ± 20 mm	241 ± 26 mm	252 ± 28 mm
Pottenstein	265 ± 103 mm	321 ± 138 mm	340 ± 150 mm
Puchberg am Schneeberg <sup>1)</sup>	289 ± 41 mm	338 ± 54 mm	354 ± 59 mm
Reichenau an der Rax <sup>1)</sup>	269 ± 25 mm	314 ± 33 mm	329 ± 35 mm
Rohr im Gebirge <sup>1)</sup>	363 ± 38 mm	426 ± 51 mm	447 ± 55 mm
Saubersdorf <sup>1)</sup>	186 ± 33 mm	215 ± 44 mm	224 ± 48 mm
Schwarzau im Gebirge <sup>1)</sup>	346 ± 36 mm	403 ± 47 mm	422 ± 51 mm
Stixenstein <sup>1)</sup>	259 ± 26 mm	301 ± 34 mm	316 ± 37 mm
Stollhof-Hohe Wand	258 ± 48 mm	303 ± 64 mm	319 ± 69 mm
Wiener Neustadt (Flugplatz) <sup>1)</sup>	231 ± 36 mm	274 ± 47 mm	288 ± 51 mm

Tabelle 10: Ergebnisse der extremwertstatistischen Auswertung der Monatsmaxima für die einzelnen Niederschlagsstationen (<sup>1)</sup> Station erfüllt die Bedingung einer Abweichung unter 20% für die Jährlichkeit 100)

Die Problematik bei der Herleitung von Bemessungsniederschlägen aus extremwertstatistischen Auswertungen liegt in den zur Verfügung stehenden Daten. Es kann zwar durch die Berücksichtigung des Vertrauensintervalls bei einer gewählten Irrtumswahrscheinlichkeit die Qualität der Aussage bewertet werden, allerdings stellen extremwertstatistische Extrapolationen immer nur Schätzwerte dar. Als Beispiel ist in Abbildung 16 für die Niederschlagsstation Gutenstein das Ergebnis der Gumbel-Auswertung für verschiedene Auswerteziträume dargestellt. Es ist eindeutig zu erkennen, dass bedingt durch hohe Niederschläge zu Beginn der Aufzeichnungszeitreihe das Ergebnis der Extremwertanalyse mit steigender



Datenmenge konstant sinkt. Außerdem kann man den kurzfristigen Einfluss einzelner Jahre mit hohem Tagesmaximum auf das Ergebnis erkennen.

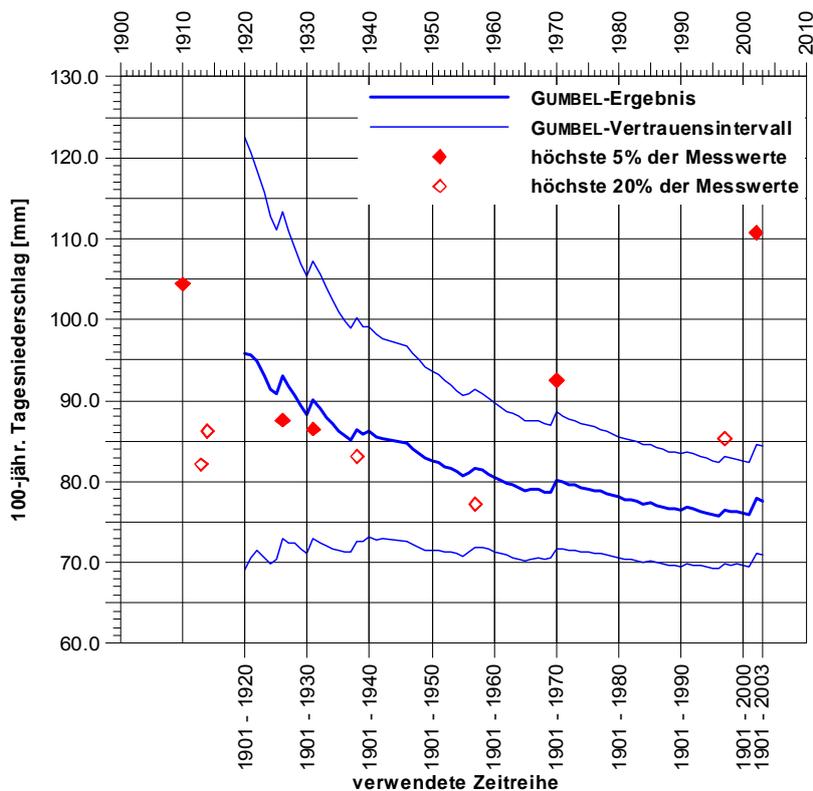


Abbildung 16: Darstellung des Ergebnisses der Extremwertanalyse für die Niederschlagsstation Gutenstein unter Verwendung verschieden langer Zeitreihen

Aus Intensitäten der auf diese Weise ermittelten Niederschlagshöhen können mit dem Verfahren nach ZELLER (1974) über ein doppelt logarithmisches Niederschlags-Intensitäts-Diagramm (NID) Niederschlagsintensitäten für Ereignisse kürzerer Dauer aus den Tages- und Monatssummen extrapoliert werden. Daraus wurden Bemessungsniederschläge für Niederschlagsdauern von 1h, 2h, 3h, 6h und 12h ermittelt. Ebenso wurden zwischen der maximalen Tagessumme und dem Monatsmaximum die Niederschlagshöhen für Ereignisse mit einer Niederschlagsdauer von 48h, 72h und 96h interpoliert, was dem 2-, 3- und 4-Tagesniederschlag entspricht.

Das ursprünglich als graphische Methode entwickelte Verfahren kann rechnerisch durch die Gleichung

$$\ln i_N = k \cdot \ln t_D + d$$

oder umgeformt als Formel für die Niederschlagshöhe

$$h_N = t_D \cdot e^{k \cdot \ln t_D + d}$$



angewendet werden, wobei sich die Parameter mit

$$k = \frac{\ln h_m - \ln h_d}{\ln 30,5} - 1$$

und

$$d = \ln h_d - (k + 1) \cdot \ln 24$$

berechnen lassen. In den Gleichungen stehen die Abkürzungen und Formelzeichen für

- $h_N$ .... Niederschlagshöhe eines bestimmten Ereignisses [mm],
- $i_N$ ..... Niederschlagsintensität eines bestimmten Ereignisses [mm/h],
- $h_d$  .... Niederschlagshöhe des Tagesniederschlags [mm],
- $h_m$ .... Niederschlagshöhe des Monatsniederschlags [mm] und
- $t_D$ ..... Niederschlagsdauer eines bestimmten Ereignisses [h].

Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind im Anhang angeführt.

Um die in *Kapitel 6.4.1.1* festgestellte räumlich unterschiedliche Niederschlagscharakteristik zu berücksichtigen, wurde auch für die nach diesen Methoden berechneten Werte über Kriging<sup>1</sup> die räumliche Verteilung des Bemessungsniederschlags ermittelt. Für die hydrologische Simulation wurde im GIS der Bemessungsniederschlag für die einzelnen Teileinzugsgebiete jeweils als Gebietsniederschlag aus dieser räumlichen Verteilung übernommen.

#### **6.4.2 Punktniederschlag nach LORENZ und SKODA (2000)**

Um Bemessungsszenarien mit kleinräumlichen Konvektivniederschlägen zu ermitteln, wurden die Niederschlagsdaten nach LORENZ und SKODA (2000) herangezogen. Hierbei werden für Rasterelemente einer Größe von ca. 5 km x 5 km maximale Punktniederschläge angegeben, welche in Abhängigkeit von Dauerstufe und räumlicher Ausdehnung zu Bemessungsniederschlägen abgemindert werden.

---

<sup>1</sup>) Krigging mit linearem Variogramm-Modell und Nugget-Effekt, Variogrammparameter durch automatisches Anpassen; Gridzellengröße 100x100 m, Griderstellung in Surfer<sup>®</sup> 8 der Firma Golden Software, Inc.



## 6.5 Modellkalibrierung

Da für das Hochwasserereignis am 6. Juni 2002 sowohl Niederschlagsdaten als auch Pegeldata vorhanden waren, konnte das N-A-Modell anhand dieser Daten kalibriert werden. Dies betrifft vor allem die beiden gebietsbeschreibenden Parameter  $PI$  und  $CI$ , welche nur sehr ungenau aus Gebietseigenschaften festgelegt werden können und nach den Empfehlungen in LUTZ (1984) über Messdaten kalibriert werden sollen. Der Gebietsfaktor  $P1$  geht proportional in die Gleichung zur Berechnung der Anstiegszeit  $t_A$  ein, während der Gebietsparameter  $C1$  proportional zum Ereignisfaktor  $a$  ist und mit diesem Faktor  $N_{\text{eff}}$  berechnet wird.

Die vom Hydrographischen Dienst Niederösterreich erhaltenen Daten mussten dazu noch für die Kalibrierung aufbereitet werden, im speziellen wurden aus der zeitlichen und räumlichen Verteilung des Niederschlags für die einzelnen Teileinzugsgebiete Niederschlagszeitreihen abgeleitet, die Pegeldata stellen bereits Durchflussganglinien dar, welche zur Anpassung der Modellparameter verwendet werden können.

### 6.5.1 Auswertung der Niederschlagsdaten für das Ereignis am 6. Juni 2002

Zur Auswertung des Niederschlags vor und zum Ereignis, standen Zeitreihen aus der Niederschlagsaufzeichnung für Stationen im und um das Projektgebiet zur Verfügung<sup>1)</sup>. In Abbildung 17 sind die verwendeten Stationen in der ÖK200 dargestellt. Für 31 Stationen sind Tageswerte vorhanden (detaillierte Bearbeitung in Kapitel 6.5.1.1), für 12 davon sind auch Zeitreihen in 5 Minuten Auflösung verfügbar (detaillierte Bearbeitung in Kapitel 6.5.1.2).

---

<sup>1)</sup> Niederschlagsaufzeichnungen des hydrographischen Dienstes (HD) Niederösterreich, zur Verfügung gestellt vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

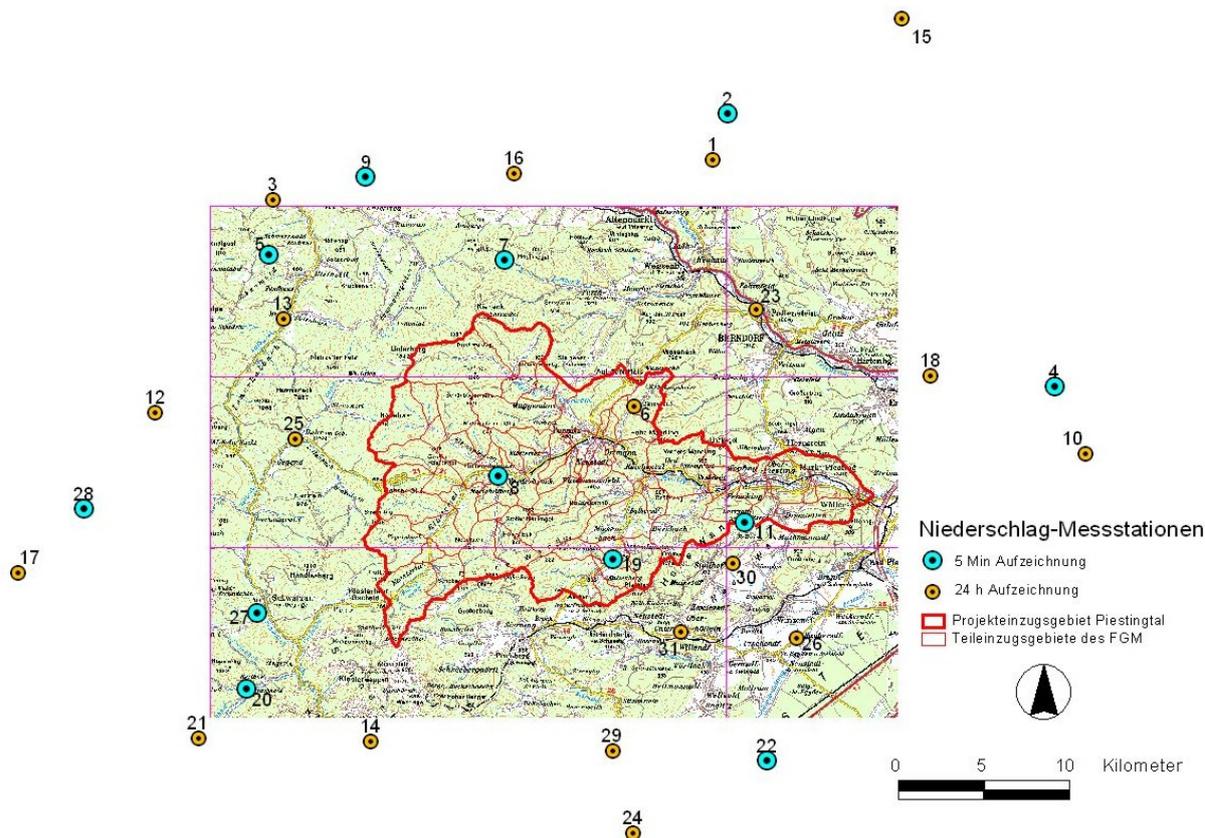


Abbildung 17: Messstationen mit Zeitreihen des Niederschlags für die Modellkalibrierung, Ausschnitt aus der ÖK200 (verkleinert)

Nr.	Stationsname	Werte	Nr.	Stationsname	Werte
1	Alland-Groisbach	24 h	17	Kernhof	24 h
2	Alland (Autobahnmeisterei)	5 Min	18	Leobersdorf	24 h
3	Ausserhalbach	24 h	19	Miesenbach	5 Min
4	Blumau	5 Min	20	Naßwald	5 Min
5	Ebenwald	5 Min	21	Naßwald-Wasseralm	24 h
6	Feichtenbach	24 h	22	Neunkirchen	5 Min
7	Furth-Harras	5 Min	23	Pottenstein	24 h
8	Gutenstein	5 Min	24	Pottschach	24 h
9	Hainfeld	5 Min	25	Rohr im Gebirge	24 h
10	Haschendorf	24 h	26	Saubersdorf	24 h
11	Hohe Wand (Herrgottschnitzerhaus)	5 Min	27	Schwarzau im Gebirge	5 Min
12	Hohenberg	24 h	28	St.Aegydt am Neuwalde	5 Min
13	Innerhalbach	24 h	29	Stixenstein	24 h
14	Kaiserbrunn	24 h	30	Stollhof-Hohe Wand	24 h
15	Kaltenleutgeben	24 h	31	Unterhöflein	24 h
16	Kaumberg	24 h			

Tabelle 11: Niederschlagsstationen für die Modellkalibrierung



### 6.5.1.1 Niederschlagszeitreihen Tageswerte

Für 31 Messstationen sind Zeitreihen mit Tageswerten<sup>1)</sup> vorhanden. Ausgewertet wurde die Zeitreihe vom 01. Mai 2002 bis zum 14. Juni 2002. Mit Hilfe dieser Daten, kann die großräumige Niederschlagssituation vor allem auch vor dem Ereignis beschrieben werden. Dazu wurden die Niederschlagssummen des Ereignisses (als 1-, 2-, 3- und 4-Tagesummen) einem Krigging-Verfahren<sup>2)</sup> unterworfen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 18 bis Abbildung 22 im Gauß-Krüger-System graphisch dargestellt.

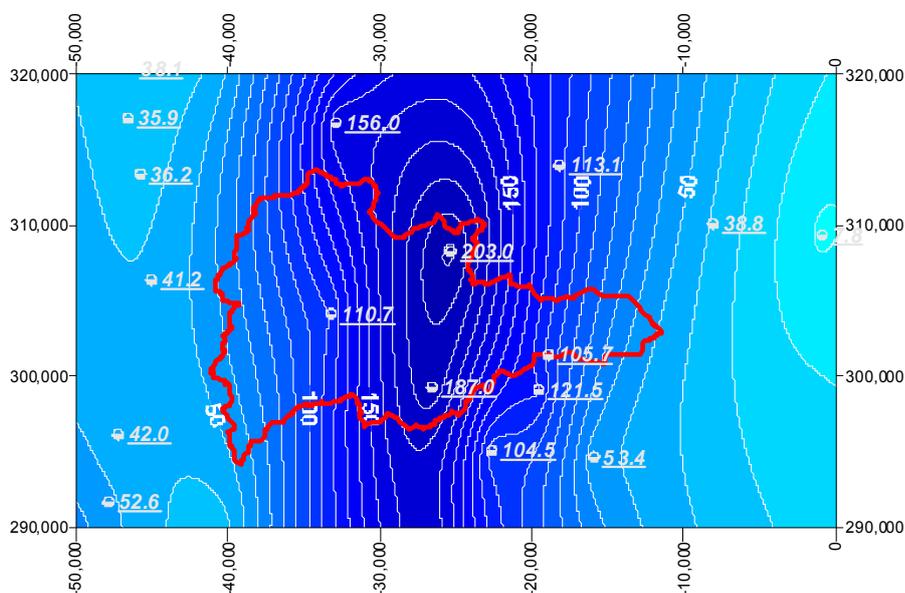


Abbildung 18: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 07.06.2002 07:00 (1-Tagesumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000

<sup>1)</sup> Tageswerte im hydrographischen Sinn, d.h. die Niederschlagssumme [mm] von 7<sup>h</sup> früh bis zum folgenden Tag um 7<sup>h</sup> früh

<sup>2)</sup> Krigging mit linearem Variogramm-Modell und Nugget-Effekt, Variogrammparameter durch automatisches Anpassen; Gridzellengröße 250×250 m, Griderstellung in Surfer<sup>®</sup> 8 der Firma Golden Software, Inc.

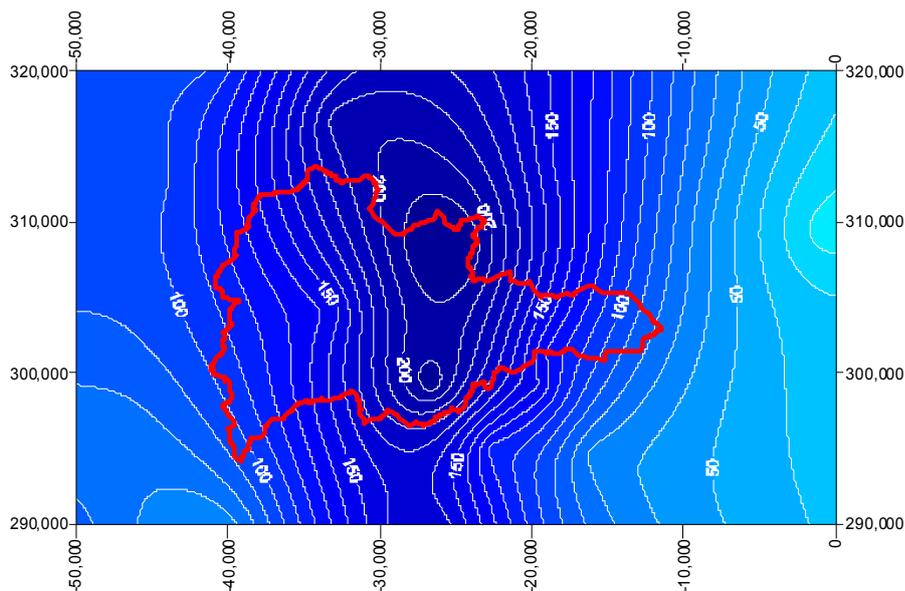


Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 08.06.2002 07:00 (2-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000

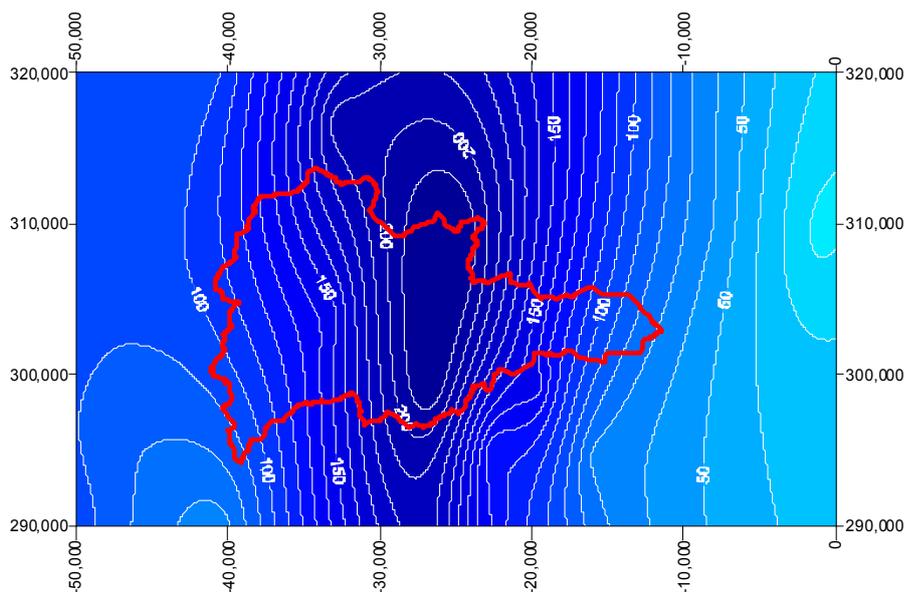


Abbildung 20: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 09.06.2002 07:00 (3-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000

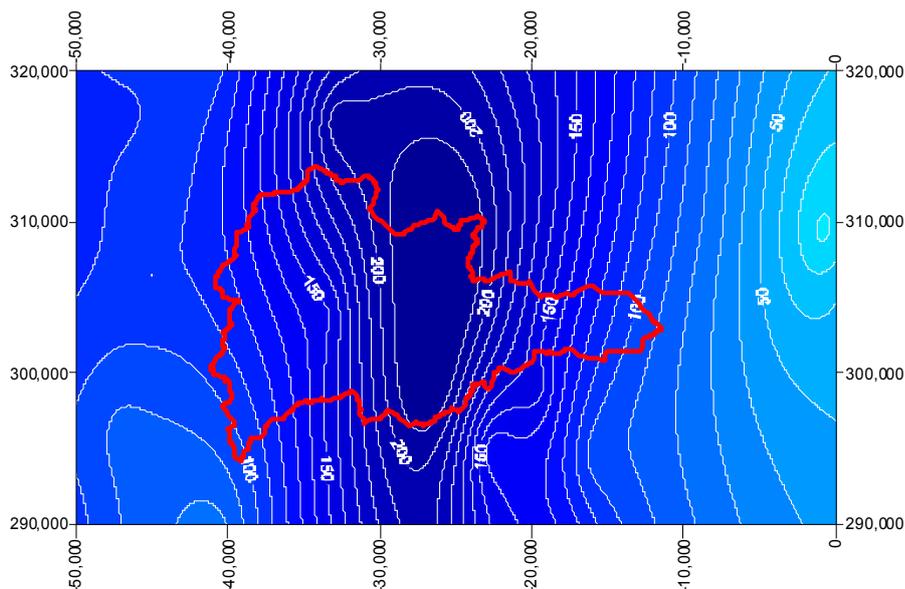


Abbildung 21: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 10.06.2002 07:00 (4-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000

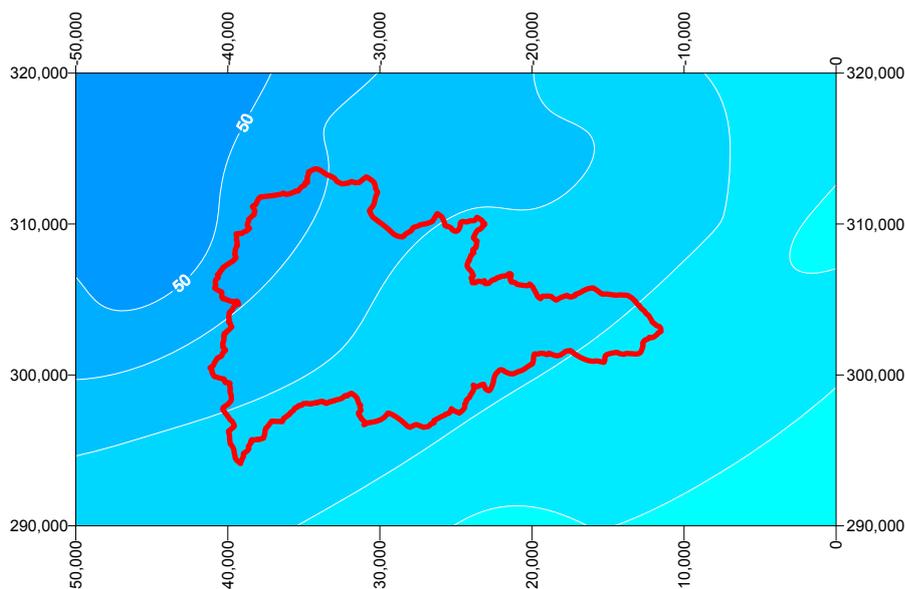


Abbildung 22: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 07.06.2002 07:00 bis 08.06.2002 07:00 (1-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000

Um die Situation vor dem Ereignis (Vorbefeuchtung) darstellen zu können, wurde die Niederschlagssumme für 5 Tage vor dem Ereignis gebildet, wobei nur bei 7 Stationen Tabelle 12) geringfügige Niederschläge aufgezeichnet wurden. Ebenso wurde die 10-Tagessumme vor dem Ereignis gebildet, doch auch hier zeigte sich, dass nur bei 14 Stationen geringfügige Niederschläge aufgezeichnet wurden (Tabelle 13).



<b>Station</b>	<b>Niederschlagssumme [mm] 01.06. – 05.06.2002</b>
Kaiserbrunn	0,3
Kernhof	4,5
Naßwald	1,3
Naßwald-Wasseralm	0,3
Rohr im Gebirge	0,3
Schwarzau im Gebirge	0,7
St.Aegydt am Neuwalde	3,0
Kaiserbrunn	0,3

Tabelle 12: Stationen mit Niederschlag 5 Tage vor dem Ereignis 06./07.06.2002

<b>Station</b>	<b>Niederschlagssumme [mm] 27.05. – 05.06.2002</b>
Ausserhalbach	1,2
Blumau	0,3
Ebenwald	3,0
Hainfeld	0,3
Hohenberg	4,9
Innerhalbach	3,1
Kaiserbrunn	10,1
Kernhof	10,8
Miesenbach	0,7
Naßwald	7,8
Naßwald-Wasseralm	7,1
Rohr im Gebirge	4,5
Schwarzau im Gebirge	5,2
St.Aegydt am Neuwalde	8,9

Tabelle 13: Stationen mit Niederschlag 10 Tage vor dem Ereignis 06./07.06.2002

#### 6.5.1.2 Niederschlagszeitreihen in 5 Min. Auflösung

Für 12 Stationen im und um das Projektgebiet existieren Niederschlagszeitreihen in 5 Minuten Auflösung (Abbildung 17). Aus diesen Daten kann auf die zeitliche und räumliche Verteilung des Niederschlags über das Projektgebiet rückgeschlossen werden. In Tabelle 14 sind die verwendeten Stationen mit den vorhandenen Zeiträumen der Niederschlagsaufzeichnung, in Tabelle 15 die wichtigsten Kenndaten zum Ereignis am 6. Juni 2002 angeführt.



Station	Beginn	Ende	Lücken	
			von	bis.
Alland (Autobahnmeisterei)	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55	09.06.2002 01:30	09.06.2002 07:00
Blumau	27.05.2002 00:00	09.06.2002 06:55		
Ebenwald	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55		
Furth-Harras	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55		
Gutenstein	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55		
Hainfeld	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55	27.05.2002 06:55	28.05.2002 07:00
			28.05.2002 09:10	28.05.2002 11:55
Hohe Wand (Herrgottschnitzerhaus)	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55		
Miesenbach	27.05.2002 00:00	09.06.2002 23:55		
Naßwald	27.05.2002 13:30	09.06.2002 23:55		
Neunkirchen	06.06.2002 07:00	09.06.2002 06:55	07.06.2002 06:30	07.06.2002 07:00
Schwarzau im Gebirge	06.06.2002 07:00	09.06.2002 23:55		

Tabelle 14: Stationen mit 5 Minuten Auflösung, Aufzeichnungszeiträume und Lücken in den Niederschlagszeitreihen



Station	Beginn	Ende	Summen (Maxima für Intervalle) [mm]			
			Ereignis	5 Min.	10 Min.	15 Min
Alland (Autobahnmeisterei)	06.06.2002 09:40	08.06.2002 05:20	166,0	7,0	13,7	20,1
Blumau	06.06.2002 13:05	07.06.2002 20:00	13,0	0,1	0,2	0,3
Ebenwald	06.06.2002 13:50	08.06.2002 23:35	93,1	1,7	2,5	3,6
Furth-Harras	06.06.2002 09:15	09.06.2002 00:40	197,7	9,0	16,5	24,0
Gutenstein	06.06.2002 09:05	09.06.2002 00:45	146,1	8,0	10,8	13,6
Hainfeld	06.06.2002 13:00	08.06.2002 07:00	93,6	3,8	6,3	6,9
Hohe Wand (Herrgottschnitzerhaus)	06.06.2002 08:05	09.06.2002 01:00	130,3	11,1	16,2	21,0
Miesenbach	06.06.2002 08:20	09.06.2002 05:20	219,7	15,0	27,0	35,8
Naßwald	06.06.2002 13:20	09.06.2002 02:45	86,6	1,6	3,2	4,4
Neunkirchen	06.06.2002 07:45	09.06.2002 01:00	92,9	7,8	12,3	15,4
Schwarzau im Gebirge	06.06.2002 13:20	09.06.2002 02:45	84,9	1,2	2,4	3,3

Tabelle 15: Kenndaten zum Ereignis im Juni 2002 für die Stationen mit 5 Minuten Auflösung

### 6.5.1.3 Ableitung der Vorbefeuchtung aus der Auswertung der Niederschlagszeitreihen

Bei der Auswertung der Niederschlagszeitreihen, ist das Ziel, die ereignisabhängigen Parameter der Simulation aus den Niederschlagsdaten bestmöglich für alle Teileinzugsgebiete abzuleiten. Aus den Zeitreihen mit Tageswerten wurde die Vorbefeuchtung über die 5 Tages- bzw. 10 Tages- Niederschlagssumme vor dem Hauptereignis abgeleitet (*Kapitel 6.5.1.1*). Von den 31 Messstationen mit Tageswerten, welche bearbeitet wurden, zeichneten nur 7 geringfügige Niederschläge in den 5 Tagen vor dem Ereignis und 14 geringfügige in den 10 Tagen vor dem Ereignis auf. Doch alle diese Stationen liegen deutlich außerhalb des Projektgebiets (Tabelle 12 in *Kapitel 6.5.1.1*) – mit Ausnahme der Station Miesenbach, welche am 28.05.2002 0,7 mm Tagesniederschlag aufzeichnete - , sodass von keiner besonderen Vorbefeuchtung beim Ereignis am 6. Juni 2002 ausgegangen werden muss.



#### 6.5.1.4 Ableitung der Ereignis-Niederschlagsverteilungen für die einzelnen Teileinzugsgebiete des FGM

Aus den 5<sup>l</sup>-Zeitreihen kann eine Verteilung für das Niederschlagsereignis am 6. Juni 2002 abgeleitet werden. Dazu wurde die jeweilige Tagesverteilung der einzelnen Stationen betrachtet und aus dieser eine relative Niederschlagsverteilung für die Tagesniederschläge<sup>1)</sup> des 06.06.2002, 07.06.2002 und 08.06.2002 definiert. Als Zeitschritt für diese Verteilungen wurde ein 1h-Intervall gewählt, das heißt, es wurden für jede volle Stunde des Tages der relative Anteil an der Tagessumme berechnet. Diese Berechnungen wurden für alle 12 Stationen durch Datenbankabfragen automatisiert durchgeführt und die Ergebnisse anschließend einem Kriging mit Standardeinstellungen (Gridgröße: 250 m) unterworfen.

Da weitaus mehr Messstationen mit Tageswerten vorhanden sind, wurden für die Modellkalibrierung die Niederschlagssummen, wie sie in *Kapitel 6.5.1.1* dargestellt sind, herangezogen. Aus den Werten für die Tagessumme (Abbildung 18, Abbildung 22) und den relativen Verteilungen für die einzelnen Tage konnte durch Grid-Operationen in der Software Surfer<sup>®</sup> 8.0 der Fa. Golden Software für jede Stunde und jede Grid-Zelle der Niederschlag berechnet werden. In einem weiteren Schritt wurde durch Aufsummieren der Werte der einzelnen Grid-Zellen für jedes Teil-EZG des FGM der Gebietsniederschlag für jede volle Stunde ermittelt, woraus sich die Ereignis-Niederschlagsverteilung für die einzelnen Teileinzugsgebiete als Eingangswert für die Modellkalibrierung ergab.

#### 6.5.1.5 Ableitung der Ereignis-Niederschlags für das gesamte Projektgebiet bzw. das Gebiet bis zum Pegel Gutenstein

Um einen allgemeinen Überblick über die Niederschlagsverhältnisse beim Ereignis im Juni 2002 zu erhalten, wurde auch der Gebietsniederschlag für das gesamte Projektgebiet (entspricht dem Gesamteinzugsgebiet bis zum Pegel Wöllersdorf) bzw. das Gesamteinzugsgebiet bis zum Pegel Gutenstein (Knoten 16 im FGM) ermittelt. Dazu wurde aus den oben beschriebenen Daten der Gebietsniederschlag berechnet. Die Ergebnisse davon sind in Abbildung 23 für das Gesamtgebiet und in Abbildung 24 für das Gesamteinzugsgebiet bis zum Pegel Gutenstein graphisch dargestellt.

---

<sup>1)</sup> Tagesniederschlag im hydrologischen sind von 07:00 bis 07:00 am nächsten Tag

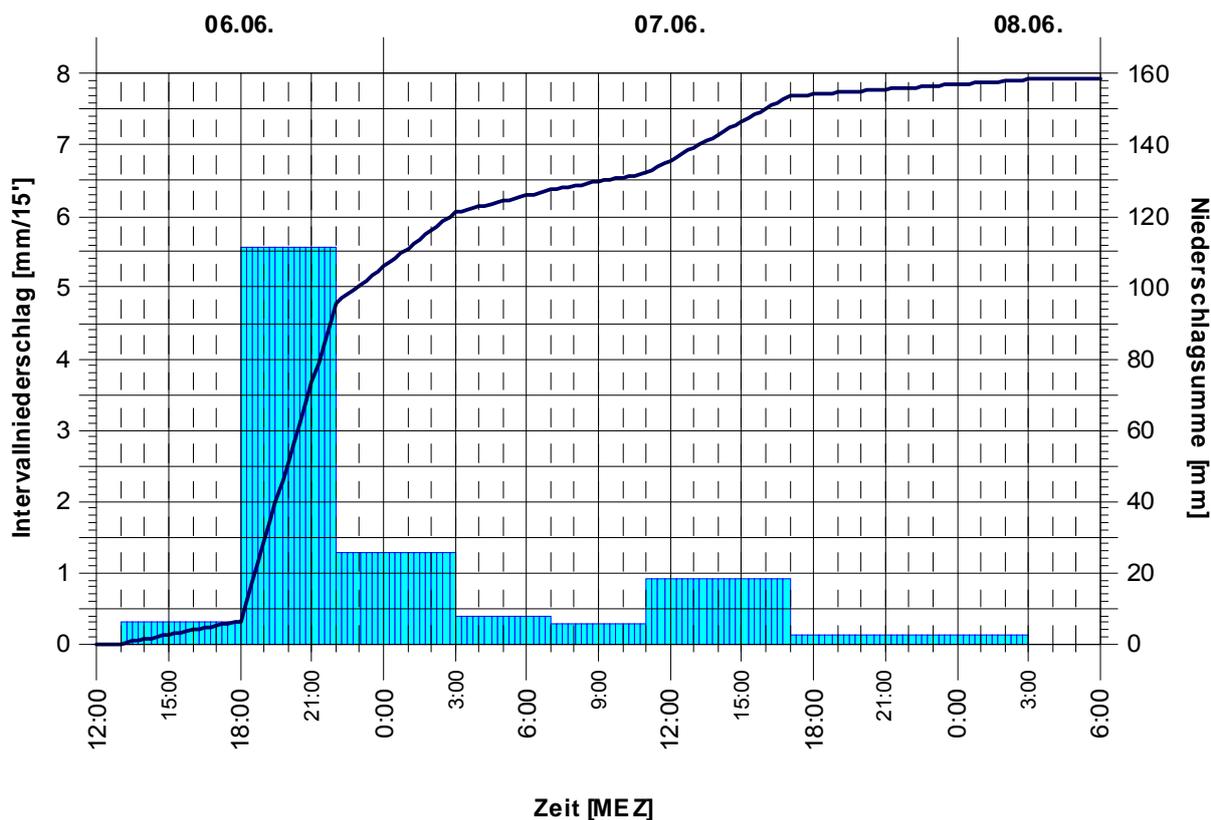


Abbildung 23: Zeitliche Verteilung des Gebietsniederschlags für das EZG Pegel Wöllersdorf beim Ereignis Juni 2002

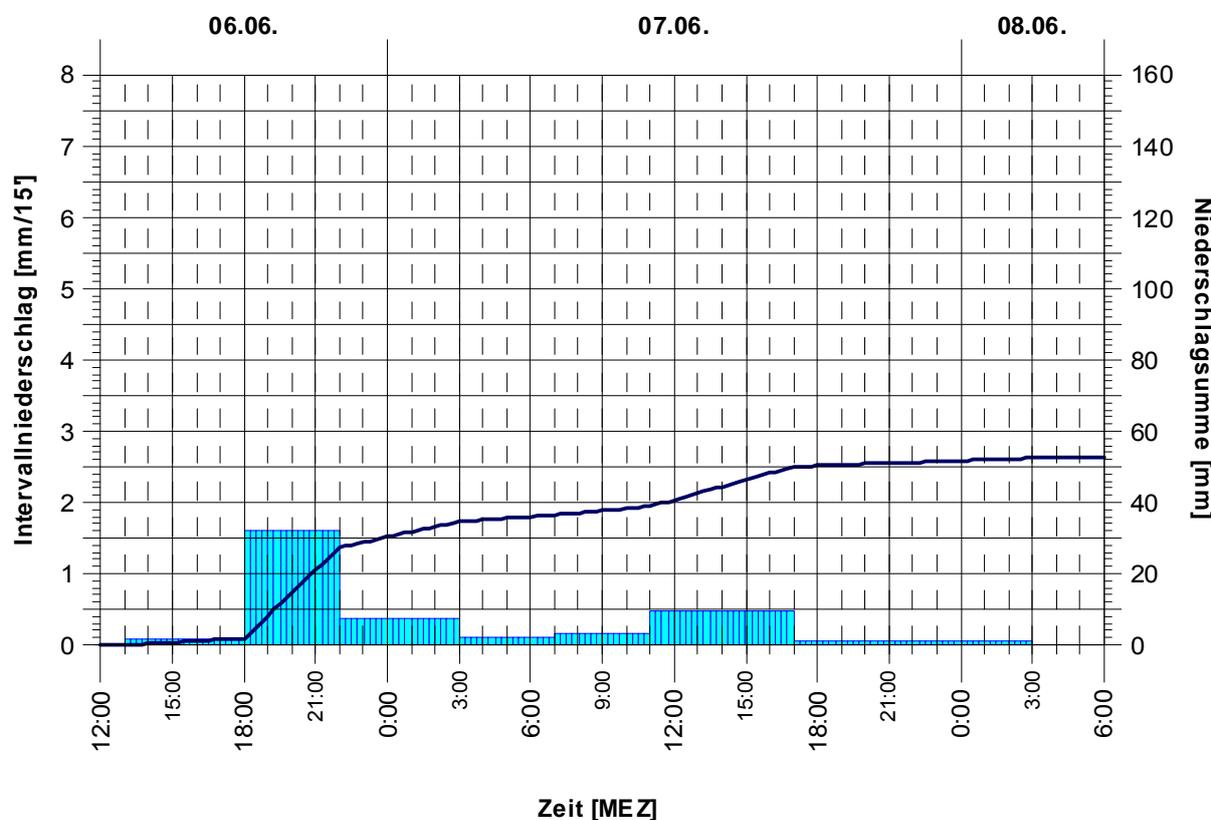


Abbildung 24: Zeitliche Verteilung des Gebietsniederschlags für das EZG Pegel Gutenstein beim Ereignis Juni 2002



## 6.5.2 Pegelmesswerte

Zur Modellkalibrierung werden neben den Niederschlagsdaten des Ereignisses noch Durchflüsse an Knotenpunkten benötigt. Im FGM Piestingtal bieten sich dafür die Pegelstationen Gutenstein (Kirche) (HZB-Nr.: 208272) und Wöllersdorf (Hydro) (HZB Nr.: 208280) an. An beiden Stationen existieren für das Hochwasserereignis vom Juni 2002 Ganglinien<sup>1)</sup> in 15 Min. Auflösung.

## 6.5.3 Durchführung der Modellkalibrierung

Das Ziel der Regionalstudie ist neben der Ermittlung der hydrologischen Datengrundlagen vor allem die Abschätzung der erforderlichen Stauräume der potentiellen RHB für Bemessungsereignisse in den Zubringern der Piesting. Die durchschnittliche Einzugsgebietsfläche der einzelnen Zubringer (Tabelle 16:) ist mit rund 5,5 km<sup>2</sup> rund 10-Mal kleiner als das Einzugsgebiet der Pegelmessstelle Gutenstein ( $A_E \sim 50 \text{ km}^2$ ) und rund 50-Mal kleiner als das Einzugsgebiet der Pegelmessstelle in Wöllersdorf ( $A_E \sim 280 \text{ km}^2$ ).

Zubringer	Bezeichnung	ID-EZG	Knoten	AE (km <sup>2</sup> )	$\Sigma$ (km <sup>2</sup> )
Längapiesting (RHB I)	Neukogelgraben	21	30	1,97	13,86
	Wandbach Oberlauf	22	31	4,04	
	Längapiesting Oberlauf	24	34	6,57	
	Längapiesting RHB	25	36	1,28	
Feichtenbach (RHB II)	Feichtenbach RHB	33	48	3,73	3,73
Mirabach (RHB III)	Mirabach Oberlauf	36	53	14,62	26,27
	Atzbach	37	54	8,58	
	Mirabach RHB	38?	56	3,07	
Feuchtenbach RHB (IV)	Feuchtenbach RHB	38	69	4,48	4,48
Waidmannsbach RHB (V)	Waidmannsbach RHB	57	84	7,92	7,92

Tabelle 16: Einzugsgebiete der Zubringer mit potentiellen RHB im Überblick

Die Modell- bzw. Kalibrierungs-Parameter des Flussgebietsmodells erfordern für die Abflussberechnungen zur Abschätzung der Stauraumvolumina eine weitere Anpassung. Die berechneten Abflüsse wären ohne weitere Anpassung der Kalibrierungsparameter zu niedrig wie die Abbildung 27 zeigt. Die Gebietsparameter müssen deshalb für die viel kleineren Einzugsgebiete angepasst werden, da ein größerer Modellmaßstab vorliegt. Die Modellkalibrierung erfolgte deshalb in einem 2-stufigen Verfahren auf regionaler und lokaler Maßstabsebene.

<sup>1)</sup>Durchflussganglinien, aufgezeichnet vom Hydrographischen Dienst (HD) Niederösterreich, zur Verfügung gestellt vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung



### 6.5.3.1 Regionale Kalibrierung des FGMs mit Pegelaufzeichnungen

#### 1) Anschätzung

Um zur Modellkalibrierung die Parameter in Größenordnungen vorab anschätzen zu können, wurde zuerst eine Niederschlag-Abfluss-Simulation mit den Einzugsgebieten bis zum jeweiligen Pegel als Einzelgebiet durchgeführt. Dabei wurden dieselben Verfahren und Methoden angewendet, wie sie auch im FGM Piestingtal zur Anwendung kommen.

#### 2) Kalibrierung des FGMs

Nachdem der ungefähre Bereich der Parameter für die Regionalisierung überprüft wurde, konnte die Kalibrierung der Parameter des FGMs durchgeführt werden. Dazu waren mehrere Simulationen mit dem Ereignisniederschlag nötig, um die Werte der Teileinzugsgebiete schrittweise so anzupassen, dass die Ergebnisse den gemessenen Pegelganglinien entsprechen.

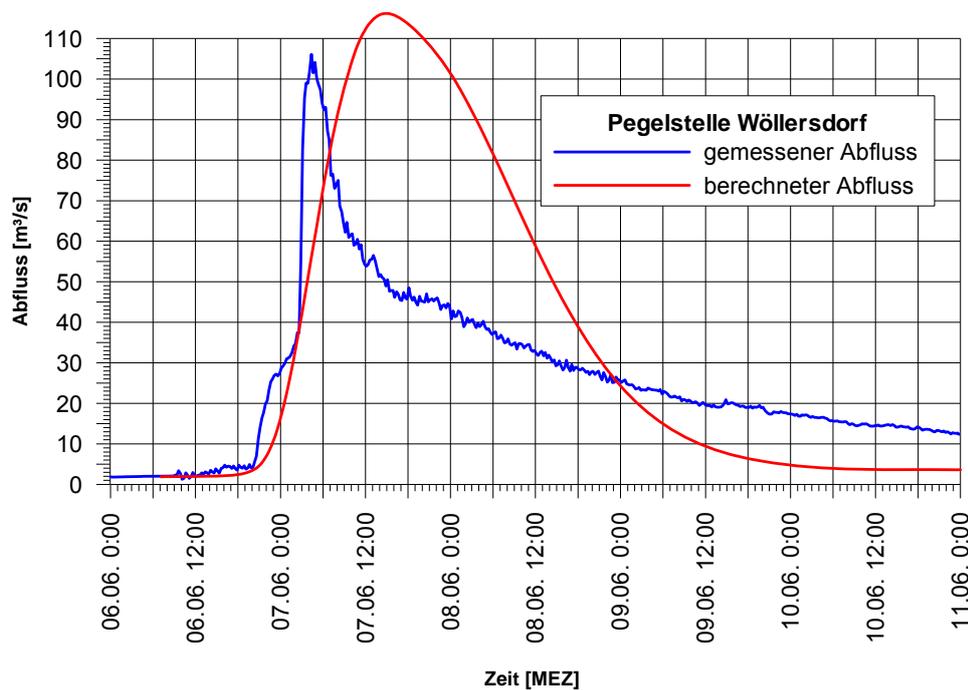


Abbildung 25: Vergleich der Pegelmesswerte mit dem berechneten Abfluss an der Pegelstelle Wöllersdorf

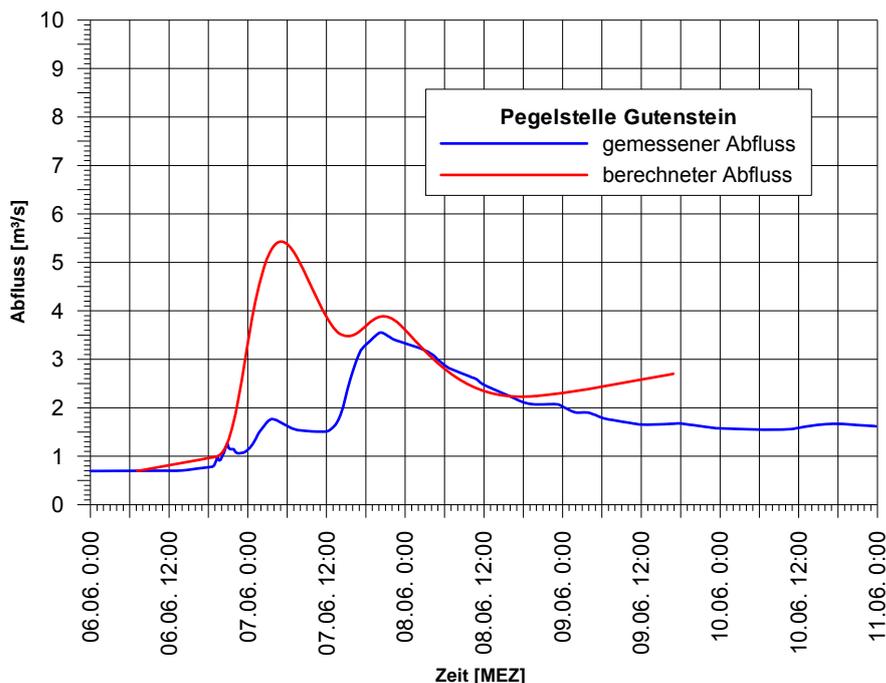


Abbildung 26: Vergleich der Pegelmesswerte mit dem berechneten Abfluss an der Pegelstelle Gutenstein

#### 6.5.3.2 Lokale Kalibrierung des FGMs für Einzugsgebiete der Zubringer der potentiellen RHB

Die Modellberechnungen für die Abschätzung der erforderlichen Stauraumvolumina erfordern einen größeren Modellmaßstab. Die Modellergebnisse mit den ursprünglichen Kalibrierungsparametern werden deshalb für die einzelnen Einzugsgebiete bzw. Teileinzugsgebieten überprüft (Abbildung 27). Für die Überprüfung des Modells bzw. die Anpassung der Parameter gibt es allerdings keine Abflussmessungen in diesen Einzugsgebieten bzw. Teileinzugsgebieten. Deshalb werden

- 1) die Ergebnisse mit den 100-jährlichen Abflüssen, die im Zuge der Gefahrenzonenplanung im Projektgebiet ermittelt wurden, überprüft und die Gebietsparameter entsprechend angepasst (Abbildung 27).
- 2) Da weder Messungen noch dokumentierte Abflüsse von einzelnen Einzugsgebieten für die Kalibrierung vorliegen, wurden dokumentierte Hochwasser-Abflüsse anderer Regionen zum Vergleich herangezogen, um die Ergebnisse zumindest in einem ersten Schritt auf Plausibilität zu prüfen.

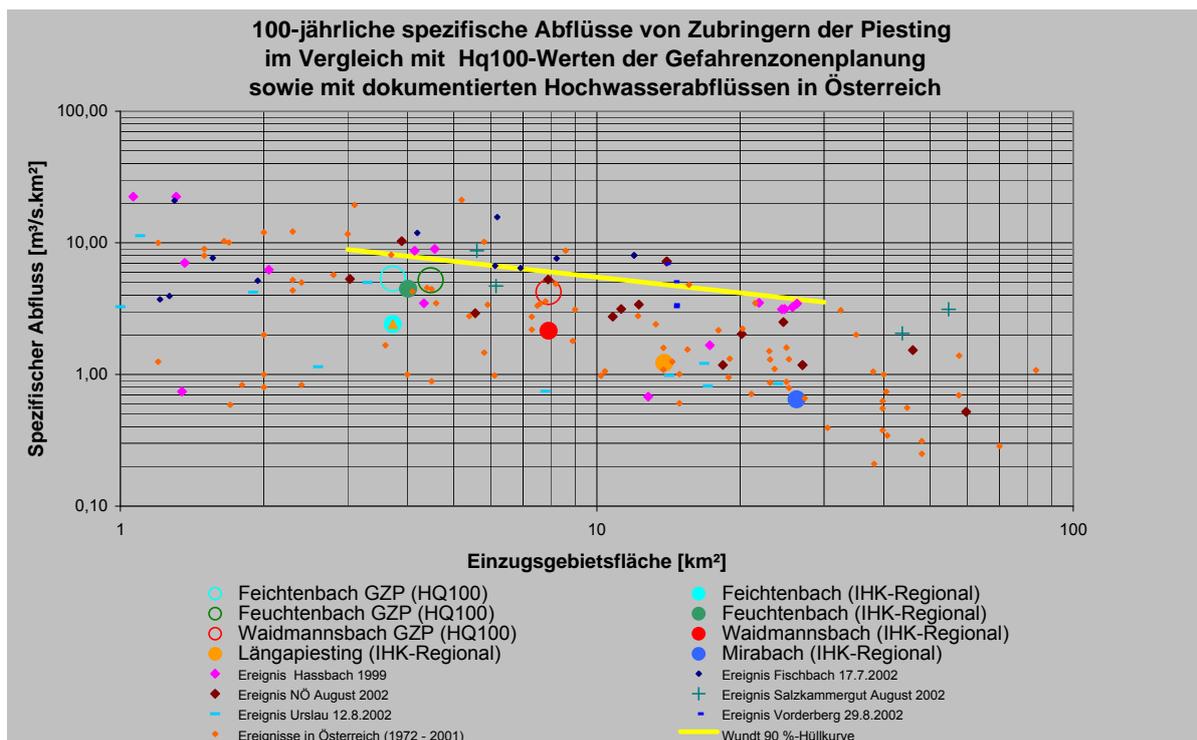


Abbildung 27: Vergleich der Modellergebnisse (regionaler Modellmaßstab) mit HQ100-Werten der Gefahrenzonenplanung sowie mit dokumentierten Hochwasserereignissen in Österreich

Die Erhöhung des Gebietsparameters P1 führt zu einer proportionalen Verlängerung der Anlaufzeit und somit zu einer geringeren Abflussspitze. Deshalb wurde der Parameter P1 für die lokale Modellkalibrierung vermindert. Je größer der gebietsabhängige Parameter C1 ist, desto größer ist der Ereignisfaktor a, wodurch der Effektive Niederschlag bzw. auf die Abflussspitze erhöht wird (Tabelle 17).

Parameter - Anpassung		Auswirkung			
		$t_A$ [h]	a (1/mm)	$N_{eff, u}$ (mm)	Abfluss-Spitze (m³/s)
P1	↗	↗ (proportional)			↘ (stark)
C1	↗		↗ (proportional)	↗ (gering)	↗ (gering)
C2	↗		↘	↘ (sehr gering)	↘ (sehr gering)
c	↗			↗	↗

Tabelle 17: Einfluss der Gebietsparameter beim Regionalisierungsansatz nach Lutz (1984) - Schema



<b>Modellkalibrierung - Schema</b>		<b>Regionale Ebene</b> <sup>1)</sup> A <sub>E</sub> ~280 bzw. 50 km <sup>2</sup>	<b>Lokale Ebene</b> <sup>2)</sup> A <sub>E</sub> ~ 3 - 15 km <sup>2</sup>
<b>Grundlagen</b>	Pegelaufzeichnungen	Ja	Nein
	Dokumentierte / Rekonstruierte Extremereignisse	Pegelmesswerte vom Ereignis am 6.-7.Juni 2002 von zwei Messstationen	Hochwasserabfluss-Spitzen in kleineren Einzugsgebieten bestimmter Regionen in Österreich
	Daten	Messwerte, Aufzeichnung des Abflussverlaufs (Ganglinien)	Beobachtete / Rekonstruierte HQ-Abfluss-Spitzenwerte
<b>Kalibrierungs-Parameter</b>	P1	Ja	Ja
	C1	Ja	Ja
	c (max. Abflussbeiwert (Endabflussbeiwert) als Funktion von Bodentyp und Landnutzung)		Anpassungen bei Bodentyp bzw. Landnutzung sind eventuell erforderlich, wenn die spezifischen Abflüsse in den Teileinzugsgebieten z.B. so niedrig sind, dass sie mit P1 und C1 nicht ausreichend korrigiert werden können
<b>Modellgrenzen</b> (LUTZ, 1984)	P1	$0,085 \leq P1 \leq 0,417$	
	C1	$C1 \sim 0,02$	
	C2	$2,0 \leq C2 \leq 4,62$	
<b>Modellergebnisse</b> (Überprüfung)	Ganglinie	Kontrolle Übereinstimmung	
	HQ-Spitzenabfluss		Kontrolle Plausibilität
	Max. Abflussbeiwert (c) (Endabflussbeiwert) <sup>3)</sup>	Kontrolle / Plausibilität	Kontrolle / Plausibilität
<sup>1)</sup> Einzugsgebietsflächen der Pegel in Wöllersdorf und Gutenstein; <sup>2)</sup> Einzugsgebietsflächen der Teileinzugsgebiete der Zubringer der potentiellen RHB; <sup>3)</sup> Vergleichsdaten zur Zeit nicht vorhanden			

Tabelle 18: Schema für Modellkalibrierung im regionalen und lokalen Modellmaßstab

## 6.6 Szenarien

Ausgangspunkt für die Festlegung der Szenarien (Modellvorstellungen) sind die Ereignisniederschläge im Einzugsgebiet. Die Intensität von extremen Niederschlägen ist vor allem von der Niederschlagsdauer abhängig. Die höchsten Niederschlags-Intensitäten treten in Wildbacheinzugsgebieten durch lokale gewitterartige oder kurze Starkregenereignisse auf. Die Gewitterzellen sind meist sehr kleinräumig (~1-2 km<sup>2</sup>) und treten mit höchster Intensität nur wenige Minuten (~5-10 Min) an einem Ort im Einzugsgebiet auf wie z.B. die Analyse von Wetterradaraufnahmen des Extremereignisses im Fischbach zeigte (HÜBL, et al., 2002). Bei einem regionalen bzw. überregionalen Dauerregen bzw. Landregen, der mehrere Stunden ja sogar Tage dauern kann, sind die Intensitäten dagegen niedriger. Die entscheidenden Kennwerte dieser Ereignisse sind die Abflussfrachten, während bei kurzzeitigen Ereignissen die Abfluss-Spitzen für die Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen



von entscheidender Bedeutung sind. Die Szenarien werden deshalb in lokale und regionale Szenarien differenziert.

### 6.6.1 Lokale Szenarien

Die Szenarien konzentrieren sich auf Einzugsgebiete, die der Einzugsgebietsfläche der Zubringer der potentiellen RHB ( $\sim 10 \text{ km}^2$ ) entsprechen. Die Niederschlags-Abfluss-Beziehung kann für diese Einzugsgebiete meist nur mit rekonstruierten Abfluss-Spitzen von Hochwasserereignissen an bestimmten Gerinnequerschnitten überprüft werden, da direkte Abflussmessungen meist nicht vorhanden sind. Die Modellvorstellungen für die meisten Verbauungsprojekte und Gefahrenzonenpläne des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung basieren auf der Annahme von lokalen Szenarien.

Der spezifische Ereignisablauf in den zahlreichen Einzugsgebieten des FGMs Piestingtal kann im Rahmen dieser Regionalstudie nicht untersucht werden. Die Hochwasserereignisse sind in diesen Einzugsgebieten nicht dokumentiert.

#### 6.6.1.1 Gewitter oder kurzer Starkregen – Szenario I

Gewitter oder kurzer Starkregen mit sehr hoher Intensität treten räumlich und zeitlich sehr begrenzt auf und erfassen meist nur Teile von Einzugsgebieten bzw. Teileinzugsgebieten mit höchster Intensität. Die Hochwasserereignisse werden damit nur in kleinen Einzugsgebieten ( $A_E < 10 \text{ km}^2$ ) ausgelöst. Die Kenntnis der Häufigkeit der Bildung und der Zugrichtung von Gewittern in den Einzugsgebieten ist für die Szenarienbildung sehr wichtig. Die Wahrscheinlichkeit von künftigen Extremereignissen durch Gewitterniederschläge kann damit besser abgeschätzt werden. Hitzegewitter entstehen erfahrungsgemäß oft an bzw. nach niederschlagsfreien Tagen mit hohen Tagestemperaturen und somit ist ein extremer Gewitterregen meist unabhängig von Niederschlägen vor dem Ereignis. Der Boden ist in diesem Fall nicht bzw. nur gering befeuchtet und kann insbesondere nach längeren Trockenperioden wie z.B. vor dem Ereignis im Juni 2002 den Niederschlag kaum aufnehmen, sodass die Abflussreaktion im Einzugsgebiet entsprechend hoch ist. Die Abflussreaktion ist bei einem kurzen Regen geringer, wenn der Boden entweder nicht zu trocken oder durch vorhergehende Regenperioden nicht zu stark gesättigt ist.

Die variable Abflussreaktion eines Einzugsgebiets ist letztlich stark von der Vorbefeuchtung abhängig, die unabhängig von extremen Niederschlagsereignissen



ist. Die statistisch ermittelte Jährlichkeit eines Niederschlagsereignisses kann daher nicht ohne die Abflussreaktion des Einzugsgebietes entsprechend zu berücksichtigen auf die Jährlichkeit des Abflusses übertragen werden.

### **6.6.2 Regionale Szenarien**

Regionale Szenarien erfordern einen Modellmaßstab mit dem die Niederschlags-Abflussbeziehung von mehreren Einzugsgebieten in einem Flussgebietsmodell erfasst werden kann. Die Regionalstudie Piestingtal umfasst z. B. 22 Einzugsgebiete mit einer Fläche von 190 km<sup>2</sup>, die im Kompetenzbereich der WLV liegen, in ein zusammenhängendes Flussgebietsmodell von rund 280 km<sup>2</sup>, unabhängig von den Bezirks-, Gemeinden- und den zahlreichen Kompetenzgrenzen.

#### **6.6.2.1 Dauerregen mit sehr hohen Regenmengen - Szenario II**

Im Unterschied zum Starkregen bzw. Gewitterregen können großräumige Niederschlagsereignisse als Dauerregen große Einzugsgebiete bzw. Regionen erfassen, die weit über die Fläche des Projektgebietes von 280 km<sup>2</sup> hinausgehen. Die Niederschlagsintensität ändert sich räumlich in den betroffenen Einzugsgebieten wenig im Verhältnis zu den kurzen Starkregenereignissen. Die Ereignisniederschlagsmengen sind bei langen intensiven Regenperioden am höchsten. Der Regen kann mehrere Stunden, ja sogar Tage anhalten.

### **6.6.3 Überregionale Szenarien**

Überregionale Studien würden einen noch kleineren Modellmaßstab erfordern. Ein extremes Hochwasserereignis kann lokal oder regional begrenzt sein wie z.B. das Hochwasser der Piesting im Juni 2002. In Wöllersdorf verzeichnete der Pegel an der Piesting einen 50-jährlichen Abfluss. Der Pegel in Ebreichsdorf verzeichnete durch die starke Retention z.B. nur mehr ein 10-jährliches Hochwasser (GODINA et al., 2003).

### **6.6.4 Szenarien - Schema**

Die Szenarien definieren eine bestimmte Niederschlagssituation im Einzugsgebiet. Die Abflussverhältnisse sind je nach Größe des Einzugsgebiets und der vorhergehenden Niederschlagsperioden variabel. Die Abflussreaktion des Einzugsgebiets ist stark von der Vorbefeuchtung abhängig.



**Szenario I ( $A_E < 1 \text{ km}^2$ )**

Szenario I	Niederschlag							Variante	Vorbefeuchtung	Abfluss
	Ursache	Häufigkeit	Dauer (Min)	Intensität	Menge	Variabilität (Raum)	Variabilität (Zeit)			
$A_E < 1 \text{ km}^2$	Gewitter	$T_R = 100$	10, 15, 30, 60, 120	Sehr Hoch	Sehr Hoch	Gering	Sehr Gering	1	Sehr Hoch	HQn > 100
								2	Sehr Gering	HQn > 100
								3	Mittel	HQn ~ 100

Die Niederschlagsintensität und die –Menge sind bei einem Gewitterniederschlag in kleinen Einzugsgebieten sehr hoch im Gegensatz zu größeren Einzugsgebieten. Der Gewitterniederschlag, der ein Einzugsgebiet ( $A_E < 1 \text{ km}^2$ ) erfasst, hat eine geringe räumliche Variabilität, da die Gewitterzelle das ganze Einzugsgebiet erfassen kann. Das Gewitter löst einen extremen Abfluss aus unabhängig von der Vorbefeuchtung. Die Jährlichkeit des Abflusses ist bei einer sehr hohen Vorbefeuchtung wesentlich größer, da z.B. bei einem 100-jährlichen Gewitterniederschlag nicht immer eine hohe Vorbefeuchtung auftritt.

**Szenario I ( $1 < A_E < 10 \text{ km}^2$ )**

Szenario I	Niederschlag							Variante	Vorbefeuchtung	Abfluss
	Ursache	Häufigkeit	Dauer (Min)	Intensität	Menge	Variabilität (Raum)	Variabilität (Zeit)			
$1 < A_E < 10 \text{ km}^2$	Gewitter	$T_R = 100$	10, 15, 30, 60, 120	Sehr Hoch	Hoch	Hoch	Gering	1	Sehr Hoch	HQn ~ 100
								2	Sehr Gering	HQn < 100
								3	Mittel	HQn < 100

Die Niederschlagsintensität und die –Menge von einem Gewitterniederschlag ist in einem Einzugsgebiet ( $1 < A_E < 10 \text{ km}^2$ ) nicht mehr so hoch aufgrund der höheren räumlichen Variabilität der Niederschlagszellen. Es wird deshalb angenommen, dass ein extremer Gewitterniederschlag im Einzugsgebiet dann zu einem extremen Abfluss führt, wenn das Einzugsgebiet bei einer sehr hohen Vorbefeuchtung erfasst wird.

**Szenario I ( $10 < A_E < 100 \text{ km}^2$ )**

Szenario I	Niederschlag							Variante	Vorbefeuchtung	Abfluss
	Ursache	Häufigkeit	Dauer (Min)	Intensität	Menge	Variabilität (Raum)	Variabilität (Zeit)			
$10 < A_E < 100 \text{ km}^2$	Gewitter	$T_R = 100$	10, 15, 30, 60, 120	Sehr Hoch	Sehr Gering	Sehr Hoch	Hoch	1	Sehr Hoch	HQn < 100
								2	Sehr Gering	HQn < 100
								3	Mittel	HQn < 100

Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität der Gewitterniederschläge werden keine extremen Abflüsse erreicht. Die Niederschlagsmenge in größeren Einzugsgebieten reicht nicht aus. Gewitterartige Niederschläge lösen deshalb bei größeren Einzugsgebieten unabhängig von der Abflussreaktion des Einzugsgebietes kein extremes Hochwasser aus.

Tabelle 19: Lokale Szenarien für verschieden große Einzugsgebiete mit Varianten - Schema



Szenario II ( $1 < AE > 100 \text{ km}^2$ )

Szenario I	Niederschlag							Variante	Vorbefeuchtung	Abfluss
	Ursache	Häufigkeit	Dauer (Std)	Intensität	Menge	Variabilität (Raum)	Variabilität (Zeit)			
1 < AE > 100 km <sup>2</sup>	Dauerregen	T <sub>R</sub> = 30, 100	24, 48, 72	Gering	Sehr Hoch	Sehr Gering	Sehr Gering	1	Sehr Hoch	HQn > 100
								2	Sehr Gering	HQn > 100
								3	Mittel	HQn ~ 100
<p>Die Niederschlagsintensität und die –Menge eines längeren Niederschlagsereignisses sind unabhängig von der Einzugsgebietsfläche aufgrund der sehr geringen räumlichen und zeitlichen Variabilität. Die Szenarien sind deshalb unabhängig von der Einzugsgebietsgröße. Bei einer sehr hohen Vorbefeuchtung bzw. sehr geringen Vorbefeuchtung reagieren die Einzugsgebiete stärker und die Abflüssen erreichen größere Jährlichkeiten als die Niederschläge.</p>										

Tabelle 20: Regionales Szenario mit Varianten - Schema



## 6.7 Definition von Bemessungsszenarien

Die Modellvorstellungen für die Ermittlung der Bemessungsereignisse der einzelnen Zubringer der Piesting basieren auf der Annahme, dass ein 100-jährlicher Starkniederschlag in einem Einzugsgebiet des FGMs auftritt. Der Bemessungsniederschlag wird mit einer Niederschlagsdauer von zwei Stunden und einer konstanten Niederschlagsintensität (Blockregen) angenommen. Gleichzeitig wird das gesamte Projektgebiet von einem 30-jährlichen Dauerregen drei Tage lang überregnet. Der 2h-Starkregen des Bemessungsereignisses setzt im einzelnen Einzugsgebiet nach 2 Tagen ein. Die Vorbefeuchtung ist damit sehr hoch, d.h. dass die Abflüsse von sehr kleinen Einzugsgebieten größere Jährlichkeiten erreichen können als der Bemessungsniederschlag.

Die Ermittlung der Speicherwirkungslinien der potentiellen Hochwasserrückhaltebecken erfolgt mit den 100-jährlichen Ereignisniederschlägen für die Dauerstufen 10-, 15-, 30-, 45-, 60- und 120-Minuten (Tabelle 21).

Neben der blockförmigen Niederschlagsverteilung wurde auch die DVWK-Verteilung ermittelt. Die Abflussberechnungen wurden einheitlich mit der blockförmigen Niederschlagsverteilung ermittelt.

Vorbefeuchtung des FGMs				Ereignis in einem Einzugsgebiet des FGMs									
Jährlichkeit			Stunde		ID-EZG		Jährlichkeit			Min		Verteilung <sup>1)</sup>	
0	3	0	7	2	i	i	1	0	0	0	1	0	4
0	3	0	7	2	i	i	1	0	0	0	1	5	4
0	3	0	7	2	i	i	1	0	0	0	3	0	4
0	3	0	7	2	i	i	1	0	0	0	4	5	4,5
0	3	0	7	2	i	i	1	0	0	0	6	0	4,5
0 <sup>2)</sup>	3	0	7	2	i	i	1	0	0	1	2	0	4,5

<sup>1)</sup> 4 = blockförmiger Niederschlag, 5 = Niederschlagsverteilung nach DVWK, <sup>2)</sup> Bemessungsereignis

Tabelle 21: Szenarien – Schema

Das Bemessungsereignis ist damit eine Kombination von einem lokalen und regionalen Szenario. Der Zeitpunkt des Starkregens im Verlauf des Dauerregens ist für die Abschätzung der Stauraumvoluina der RHB von Bedeutung, da der Dauerregen die Staueffekte nach Starkregen-Abflüssen extrem verstärken können. Die detaillierte Untersuchung dieses Zusammenhangs anhand der einzelnen RHB würde aber über den Rahmen dieses Projektes hinausgehen.



## 6.8 Modellanpassung und Berechnung der Bemessungsabflüsse

Die Bemessungsabflüsse werden an den Knotenpunkten der potentiellen RHB ermittelt und die Gebietsparameter zur Kalibrierung des FGMs an den Einzugsgebieten angepasst, die vom Ereignisniederschlag erfasst werden. Die Modellanpassung erfolgt vor allem mit dem Gebietsfaktor P1, der auf den Wert von 0,185 reduziert wird. Dieser Wert würde z.B. auch mit dem Rauigkeitsbeiwert des Hauptvorfluters von  $K_{st} = 25$  nach STRICKLER ermittelt (LUTZ, 1984). Der Parameter C1 wurde mit Ausnahme des Feuchtenbachs auf 0,02 erhöht.

Zubringer	Knoten	Modell - Anpassung					Modell - Ergebnisse		
		EZG	Regionale Ebene		Lokale Ebene		Regionale Ebene	Lokale Ebene	HQ100 <sup>*)</sup> (GZP)
			P1	C1	P1	C1			
Längapiesting	34, 36	24	0,325	0,01	0,185	0,02	17	33	k.A.
Feichtenbach	48	33	0,325	0,01	0,185	0,02	9	18	21
Mirabach	53, 56	36	0,325	0,01	0,185	0,02	26	34	
Feuchtenbach	69	38	0,194	0,01	0,185	0,01	18	23	23
Waidmannsbach	84	57	0,325	0,01	0,185	0,02	17	35	36

<sup>\*)</sup> Mittelwerte von Abflusssimulationen (z.B. SCS-Verfahren), Daten: ZT GUNZ

Tabelle 22: Modellanpassung mit den Gebietsparametern P1 und C1

Der Gebietsparameter C2 ist z.B. beim Feichtenbach mit einem Wert von 3 schon sehr gering angesichts des geringen Waldanteils von 1% und deshalb wurde dieser Parameter nicht weiter angepasst.

Die Modellergebnisse konnten durch diese Anpassungen den Ergebnissen der Gefahrenzonenplanung angenähert werden (Tabelle 22).



### 6.8.1 Ergebnisse der Niederschlag-Abflusssimulation

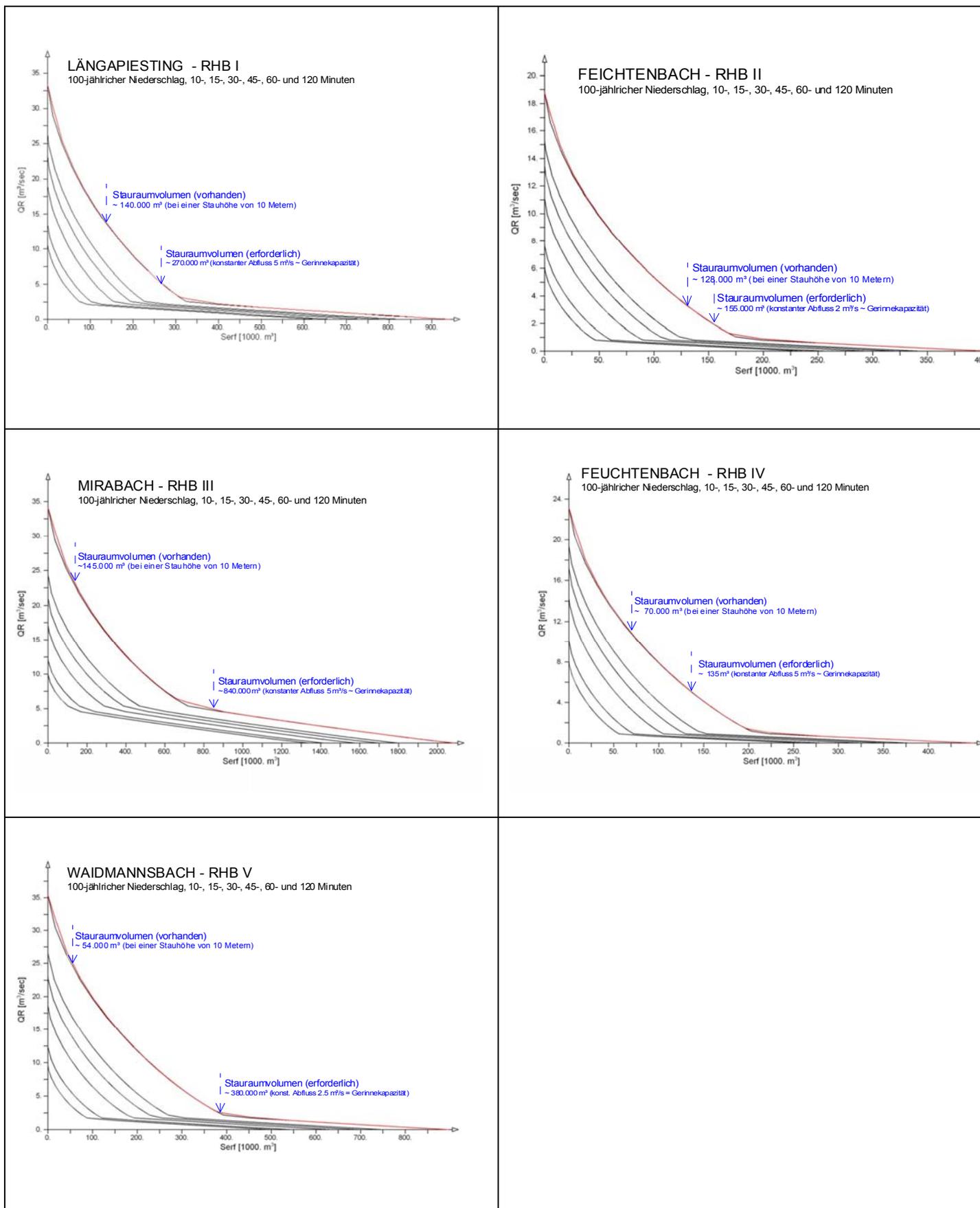


Abbildung 28: Speicherrückhaltewirkungslinien der potentiellen RHB I - V



## 6.9 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorhandenen Stauräume der RHB reichen bei einem konstanten Regelabfluss nicht aus, um die 100-jährlichen Abflüsse auf die vorhandene Abflusskapazität der Gerinne bachabwärts der RHB zu vermindern. Das RHB II könnte mit dem vorhanden Stauraum die Abflussspitze des HQ100 mit rund 80 % noch am besten vermindern, während das RHB I und IV die Abfluss-Spitze nur mehr um 60 bzw. 50 % vermindern könnten. Die RHB III und V könnten die Abfluss-Spitzen gar nur um rund 30 % reduzieren.

Die RHB können daher bei einem konstanten Regelabfluss die Abflussspitzen nicht ausreichend reduzieren, sodass auch die Gerinne ausgebaut werden müssten, um die 100-jährlichen Abflüsse im Gerinne schadlos abzuleiten.

Zubringer	RHB	Knoten	Stauvolumen (m³)		Abfluss		
			vorhanden	erforderlich	Gerinne-Kapazität	Ohne RHB	Mit RHB
						HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>100</sub>
Längapiesting	I	36	140.000	270.000	~ 5 m³/s	33 m³/s	13 m³/s
Feichtenbach	II	48	128.000	155.000	~ 2 m³/s	18 m³/s	3,5 m³/s
Mirabach	III	56	145.000	840.000	~ 5 m³/s	34 m³/s	23 m³/s
Feuchtenbach	IV	69	70.000	135.000	3-4 m³/s	23 m³/s	11 m³/s
Waidmannsbach	V	84	54.000	380.000	2-3 m³/s	35 m³/s	25 m³/s

Tabelle 23: Stauraumvolumina - Ergebnisse der Abschätzungen



## 7 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

### 7.1 Generelle Aussagen zum Modell

#### 7.1.1 Modellskalierung

- Die verschiedenen Modellmaßstäbe aus Landnutzung und Bodenkartierungen erfordern Generalisierungen. Bodenkartierungen sind nicht flächendeckend vorhanden. Die Daten müssen thematisch generalisiert werden, um die Bodenkartierungen für hydrologische Parameter zu adaptieren. Die unterschiedlichen Maßstäbe und Auflösungen der Daten erfordern darüber hinaus ein generelles Skalenniveau (Modellmaßstab).
- Die Daten für die Erhebung der Gebietskennwerte bauen auf einem Kartenmaßstab von 1:25.000 bzw. 1:50.000 auf. Das Modell kann für einen größeren Modellmaßstab dann verwendet werden, wenn die Parameter für diesen Maßstab angepasst bzw. die Modellergebnisse entsprechend geprüft werden können.

#### 7.1.2 Modellgrenzen

- Das N/A-Modell wurde für die Abflussberechnungen der Zubringer der potentiellen RHB deshalb einer weiteren Modellkalibrierung unterzogen, da die Modellkalibrierungen mit den Pegelmessstellen in Gutenstein und Wöllersdorf für sämtliche Einzugsgebiete des Klostertals (~50 km<sup>2</sup>) bzw. für das gesamte Projektgebiet (280 km<sup>2</sup>) erfolgten.
- Das Regionalisierungsverfahren eignet sich zur Berechnung von Hochwasserscheitelabflüsse und Ganglinien ohne Naturmessung wie die relativ geringen Abweichungen der Ergebnisse zwischen dem N/A-Modell und den HQ100-Werten der Gefahrenzonenplanung zeigen.
- Der Gültigkeitsbereich des Regionalisierungsverfahrens definiert LUTZ (1984) für das gewogene Gefälle des Hauptvorfluters mit 0,05 - 11,1%. Dieser Wert wird bei den Einzugsgebieten der Zubringer der potentiellen RHB nicht erreicht und deshalb sind auch aus diesem Grund Nacheichnungen erforderlich.



## **7.2 Schlussfolgerungen für das Projektgebiet**

### **7.2.1 Gefährungs-Situation**

Die Gefährdungs-Situation für die Siedlungen in den Unterläufen der potentiellen RHB muss zuerst geklärt werden, bevor konkrete Planungsüberlegungen zu den RHB angestellt werden können. Laut Mitteilung von DI Steinwendtner, der den Gefahrenzonenplan für die Gemeinde Waidmannsfeld erstellt, sind z.B. beim Feichtenbach zur Zeit zwei Häuser durch Hochwassergefahr randlich betroffen, wenn der Talraum nicht weiter verbaut wird.

### **7.2.2 Gefahrenzonenplanung**

Die Gefahrenzonenplanung ist angesichts der dynamischen Siedlungsentwicklung im Piestingtal besonders wichtig, wobei der Gefahrenzonenplan einer Gemeinde nicht durch Kompetenzgrenzen begrenzt sein sollte.

## **7.3 Bereiche möglicher Maßnahmen**

Die Stauräume der potentiellen RHB sind durch die Besiedelung bzw. die Abflusskapazität der Unterlaufgerinne durch diverse Einbauten teilweise stark eingeschränkt. Inwieweit die Stauräume der potentiellen RHB als Schutzmaßnahme sinnvoll genutzt werden können kann nur im Zusammenhang mit dem Abflussverhalten im Unterlaufgerinne beantwortet werden, d.h. wie weit die Abflussspitze durch die RHB reduziert werden muss bzw. kann.



## LITERATURVERZEICHNIS

AUER, I., BÖHM, R., (2003): Jahresmittel der Lufttemperatur, in Hydrologischer Atlas Österreichs, BMLFUW, 2003

BMLFUW, 2003: Hydrologischer Atlas Österreichs, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

GODINA, R., LALK, P., LORENZ, P., MÜLLER, G, WEILGUNI, V., (2002): Die Hochwasserereignisse im Jahr 2002 in Österreich, Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Nr. 82, S.1-39, Wien 2003.

HOLZINGER, G. (2001): IWK Softwarepaket für Hydrologie und Wasserwirtschaft des Instituts für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik Universität Karlsruhe (TH), Workshop Niederschlag - Abfluss - Simulation: praktische Anwendung in der WLW; Universität für Bodenkultur, Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen, Wildbach - Lawine – Steinschlag

HÜBL, H., GANAHL, E., GRUBER, H., HOLZINGER, G., MOSER, M., PICHLER, A. (2002): Dokumentation und Analyse des Hochwasserereignisses vom 17. Juli 02 am Fischbach, Studie im Auftrag der WLW Sektion Salzburg, WLS Report 87, Band 1.

LUTZ, W., (1984): IHW, Berechnung von Hochwasserabflüssen unter Anwendung von Gebietskenngrößen, Heft 24, Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Universität Karlsruhe (TH)

NOBILIS; F., WEILGUNI, V. (2003): Dauer von Trockenperioden, in Hydrologischer Atlas Österreichs, HZB-BMLFUW Wien

SCHWARZL; S. (1965): Die Häufigkeit von V b-Lagen. Carinthia II, 24. Sonderheft: 101-106, Klagenfurt, zitiert in ZUKRIGL (1973)

ZELLER (1974): Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Bericht Nr. 126, Birmensdorf

ZUKRIGL, K. (1973): Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, Heft 101



## 8 VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Übersichtsdarstellung des Projektgebiets (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert auf M: 1:250.000).....	7
Abbildung 2: Kompetenzverteilung in den Ortsteilen der Gemeinden im Piestingtal.....	9
Abbildung 3: Wohn- und Wirtschaftsgebäude in den Gemeinden im Piestingtal .....	10
Abbildung 4: Gerinnedichten der Einzugsgebietsflächen, Modellmaßstab ÖK 50 .....	11
Abbildung 5: Gerinnedichten bei Regionalstudie und GZP im Vergleich .....	11
Abbildung 6: Übersicht der potentiellen RHB im Projektgebiet (ÖK200 verkleinert) ..	15
Abbildung 7: Stauraumvolumina der potentiellen RHB .....	16
Abbildung 8: Stauräume der RHB I-IV .....	17
Abbildung 9: Fließschema des FGM-Piestingtal .....	19
Abbildung 10: Teileinzugsgebietsabgrenzung im FGM-Piestingtal (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert) .....	20
Abbildung 11: Darstellung der Vegetations- und Landnutzungsdaten im Projektgebiet, Datenquelle: HAÖ, BMLFUW (2003).....	21
Abbildung 12: Darstellung der ermittelten Bodentypen im Projektgebiet.....	22
Abbildung 13: Räumliche Verteilung des mittleren Jahresniederschlags im Projektgebiet für den Zeitraum 1951 – 2000 (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert) .....	29
Abbildung 14: Räumliche Verteilung des mittleren Jahresniederschlags im Projektgebiet für den Zeitraum 1976 – 2000 (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert) .....	29
Abbildung 15: Räumliche Verteilung des mittleren Jahresniederschlags im Projektgebiet für den Zeitraum 1991 – 2000 (Ausschnitt aus der ÖK200, verkleinert) .....	30
Abbildung 16: Darstellung des Ergebnisses der Extremwertanalyse für die Niederschlagsstation Gutenstein unter Verwendung verschieden langer Zeitreihen .....	34
Abbildung 17: Messstationen mit Zeitreihen des Niederschlags für die Modellkalibrierung, Ausschnitt aus der ÖK200 (verkleinert).....	37
Abbildung 18: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 07.06.2002 07:00 (1-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000 .....	38
Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 08.06.2002 07:00 (2-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000 .....	39
Abbildung 20: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 09.06.2002 07:00 (3-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000 .....	39



Abbildung 21: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 06.06.2002 07:00 bis 10.06.2002 07:00 (4-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000 .....	40
Abbildung 22: Räumliche Verteilung der Niederschlagssumme von 07.06.2002 07:00 bis 08.06.2002 07:00 (1-Tagessumme), Lagemaßstab: 1:5.000.000 .....	40
Abbildung 23: Zeitliche Verteilung des Gebietsniederschlags für das EZG Pegel Wöllersdorf beim Ereignis Juni 2002 .....	45
Abbildung 24: Zeitliche Verteilung des Gebietsniederschlags für das EZG Pegel Gutenstein beim Ereignis Juni 2002 .....	45
Abbildung 25: Vergleich der Pegelmesswerte mit dem berechneten Abfluss an der Pegelstelle Wöllersdorf.....	47
Abbildung 26: Vergleich der Pegelmesswerte mit dem berechneten Abfluss an der Pegelstelle Gutenstein .....	48
Abbildung 27: Vergleich der Modellergebnisse (regionaler Modellmaßstab) mit HQ100-Werten der Gefahrenzonenplanung sowie mit dokumentierten Hochwasserereignissen in Österreich .....	49
Abbildung 28: Speicherrückhaltewirkungslinien der potentiellen RHB I - V .....	57



## 9 VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1:	Einzugsgebiete im Kompetenzbereich der WLW .....	8
Tabelle 2:	Maximale Trockenperioden im Projektgebiet, Daten: BMLFUW (2003).....	13
Tabelle 3:	Für das Projektgebiet relevante Niederschlagsstationen ( <sup>1</sup> ) Station 1993 aufgelassen).....	14
Tabelle 4:	Gebietsspezifische Parameter des Regionalisierungsverfahrens nach LUTZ (1984).....	23
Tabelle 5:	Gebietsspezifische Parameter zur Ermittlung des Abflussbeiwerts nach LUTZ (1984).....	24
Tabelle 6::	Ereignisspezifische Parameter des Regionalisierungsverfahrens nach LUTZ (1984).....	25
Tabelle 7:	Ereignisspezifische Parameter zur Ermittlung des Abflussbeiwerts nach LUTZ (1984).....	25
Tabelle 8:	Mittlerer Jahresniederschlag [mm] über verschiedene Zeiträume .....	28
Tabelle 9:	Ergebnisse der extremwertstatistischen Auswertung der Tagesmaxima für die einzelnen Niederschlagsstationen ( <sup>1</sup> ) Station erfüllt die Bedingung einer Abweichung unter 20% für die Jährlichkeit 100) .....	32
Tabelle 10:	Ergebnisse der extremwertstatistischen Auswertung der Monatsmaxima für die einzelnen Niederschlagsstationen ( <sup>1</sup> ) Station erfüllt die Bedingung einer Abweichung unter 20% für die Jährlichkeit 100) .....	33
Tabelle 11:	Niederschlagsstationen für die Modellkalibrierung .....	37
Tabelle 12:	Stationen mit Niederschlag 5 Tage vor dem Ereignis 06./07.06.2002 .....	41
Tabelle 13:	Stationen mit Niederschlag 10 Tage vor dem Ereignis 06./07.06.2002 .....	41
Tabelle 14:	Stationen mit 5 Minuten Auflösung, Aufzeichnungszeiträume und Lücken in den Niederschlagszeitreihen.....	42
Tabelle 15:	Kenndaten zum Ereignis im Juni 2002 für die Stationen mit 5 Minuten Auflösung.....	43
Tabelle 16:	Einzugsgebiete der Zubringer mit potentiellen RHB im Überblick .....	46
Tabelle 17:	Einfluss der Gebietsparameter beim Regionalisierungsansatz nach Lutz (1984) - Schema .....	49
Tabelle 18:	Schema für Modellkalibrierung im regionalen und lokalen Modellmaßstab.....	50
Tabelle 19:	Lokale Szenarien für verschieden große Einzugsgebiete mit Varianten - Schema.....	53
Tabelle 20:	Regionales Szenario mit Varianten - Schema .....	54
Tabelle 21:	Szenarien – Schema .....	55



---

Tabelle 22:	Modellanpassung mit den Gebietsparametern P1 und C1 .....	56
Tabelle 23:	Stauraumvolumina - Ergebnisse der Abschätzungen.....	58

# ANHANG

# ANHANG

<b>ERGEBNISSE DER NIEDERSCHLAGSANALYSE .....</b>	<b>1</b>
30 jährliche Niederschläge der Messstationen .....	1
100 jährliche Niederschläge der Messstationen .....	6
150 jährliche Niederschläge der Messstationen .....	10

## ERGEBNISSE DER NIEDERSCHLAGSANALYSE

Die extremen Tages- und Monatsniederschläge werden mit der GUMBEL-Analyse auf 30-, 100- und 150-jährliche Ereignisse extrapoliert und mit dem Verfahren nach ZELLER für unterschiedliche Dauerstufen berechnet. Der exakte Wert aus der Extrapolation bzw. Interpolation der Extremwertanalyse wird als „Ergebnis“ definiert. Die Werte „Obergrenze“ und „Untergrenze“ sind aus dem Vertrauensintervall der Tages- und Monatsmaxima bei 5%-iger Irrtumswahrscheinlichkeit berechnet.

### 30 jährliche Niederschläge der Messstationen

Station	Ergebnis	Obergrenze	Untergrenze
Altenmarkt an der Triesting	38,1	43,4	32,9
Furth-Harras	46,1	54,0	38,2
Gutenstein	22,5	24,5	20,5
Kaiserbrunn	42,0	47,5	36,5
Kremesberg	31,7	36,5	26,9
Leobersdorf	27,3	31,0	23,6
Naßwald	31,2	34,7	27,7
Neunkirchen	29,0	32,8	25,3
Puchberg am Schneeberg	38,9	46,2	31,6
Reichenau an der Rax	32,0	35,5	28,5
Rohr im Gebirge	41,9	47,6	36,3
Schwarzau im Gebirge	33,8	38,2	29,4
Stixenstein	36,1	41,6	30,7
Wiener Neustadt (Flugplatz)	27,8	31,8	23,8

Tabelle 1: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 30 jährlicher 1 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	46,8	53,1	40,5
Furth-Harras	57,0	66,7	47,4
Gutenstein	30,7	33,7	27,9
Kaiserbrunn	52,7	59,4	46,0
Kremesberg	38,5	44,2	32,9
Leobersdorf	33,1	37,5	28,7
Naßwald	40,2	44,7	35,8
Neunkirchen	35,7	40,2	31,3
Puchberg am Schneeberg	48,0	56,8	39,2
Reichenau an der Rax	40,0	44,3	35,7
Rohr im Gebirge	52,6	59,5	45,7
Schwarzau im Gebirge	43,2	48,7	37,7
Stixenstein	44,5	51,0	38,0
Wiener Neustadt (Flugplatz)	34,7	39,8	29,7

Tabelle 2: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 30 jährlicher 2 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	52,7	59,7	45,7
Furth-Harras	64,6	75,5	53,8
Gutenstein	36,9	40,6	33,3
Kaiserbrunn	60,1	67,7	52,6
Kremesberg	43,2	49,5	37,0
Leobersdorf	37,1	42,0	32,3
Naßwald	46,6	51,8	41,5
Neunkirchen	40,3	45,3	35,4
Pottenstein	54,3	64,1	44,5
Puchberg am Schneeberg	45,6	50,5	40,7
Reichenau an der Rax	60,1	67,8	52,3
Rohr im Gebirge	49,8	56,0	43,6
Schwarzau im Gebirge	50,3	57,5	43,1
Stixenstein	39,5	45,3	33,8
Wiener Neustadt (Flugplatz)	52,7	59,7	45,7

Tabelle 3: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 30 jährlicher 3 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	64,7	73,1	56,4
Furth-Harras	80,0	93,2	66,8
Gutenstein	50,6	55,9	45,2
Kaiserbrunn	75,4	84,7	66,2
Kremesberg	52,5	59,9	45,2
Leobersdorf	45,1	50,9	39,3
Naßwald	60,1	66,6	53,6
Neunkirchen	49,6	55,5	43,7
Puchberg am Schneeberg	67,1	78,8	55,3
Reichenau an der Rax	57,0	63,0	51,0
Rohr im Gebirge	75,3	84,8	65,8
Schwarzau im Gebirge	63,5	71,3	55,8
Stixenstein	62,0	70,5	53,4
Wiener Neustadt (Flugplatz)	49,3	56,5	42,2

Tabelle 4: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 30 jährlicher 6 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	79,4	89,5	69,4
Furth-Harras	99,1	115,1	83,0
Gutenstein	69,2	77,0	61,4
Kaiserbrunn	94,6	106,0	83,3
Kremesberg	63,9	72,5	55,3
Leobersdorf	54,8	61,7	47,9
Naßwald	77,5	85,8	69,2
Neunkirchen	61,0	68,0	54,0
Puchberg am Schneeberg	82,8	96,9	68,7
Reichenau an der Rax	71,3	78,6	64,0
Rohr im Gebirge	94,5	106,1	82,9
Schwarzau im Gebirge	81,1	90,8	71,4
Stixenstein	76,3	86,4	66,2
Wiener Neustadt (Flugplatz)	61,6	70,6	52,6

Tabelle 5: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 30 jährlicher 12 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	119,7	134,0	105,4
Furth-Harras	151,8	175,5	128,1
Gutenstein	129,7	146,1	113,3
Kaiserbrunn	148,9	165,8	132,0
Kremesberg	94,5	106,3	82,6
Leobersdorf	80,8	90,5	71,1
Naßwald	128,7	142,1	115,4
Neunkirchen	92,4	102,3	82,5
Puchberg am Schneeberg	126,3	146,5	106,0
Reichenau an der Rax	111,5	122,5	100,5
Rohr im Gebirge	148,6	165,9	131,3
Schwarzau im Gebirge	132,1	147,1	117,1
Stixenstein	115,8	129,9	101,7
Wiener Neustadt (Flugplatz)	95,9	110,1	81,8

Tabelle 6: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 30 jährlicher 2-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	134,9	150,8	119,0
Furth-Harras	172,0	198,6	145,4
Gutenstein	155,8	176,2	135,5
Kaiserbrunn	170,0	189,0	151,0
Kremesberg	105,9	118,9	92,9
Leobersdorf	90,5	101,2	79,8
Naßwald	149,3	164,7	133,9
Neunkirchen	104,3	115,2	93,3
Puchberg am Schneeberg	142,8	165,3	120,3
Reichenau an der Rax	127,1	139,5	114,7
Rohr im Gebirge	169,6	189,1	150,2
Schwarzau im Gebirge	152,4	169,4	135,4
Stixenstein	130,8	146,4	115,3
Wiener Neustadt (Flugplatz)	109,2	125,4	93,0

Tabelle 7: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 30 jährlicher 3-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	146,9	164,0	129,8
Furth-Harras	187,9	216,8	159,1
Gutenstein	177,5	201,2	153,8
Kaiserbrunn	186,8	207,4	166,1
Kremesberg	114,9	128,8	101,0
Leobersdorf	98,1	109,6	86,6
Naßwald	165,9	182,9	148,9
Neunkirchen	113,7	125,4	101,9
Puchberg am Schneeberg	155,9	180,2	131,6
Reichenau an der Rax	139,5	152,9	126,0
Rohr im Gebirge	186,3	207,5	165,2
Schwarzau im Gebirge	168,6	187,2	150,0
Stixenstein	142,6	159,3	126,0
Wiener Neustadt (Flugplatz)	119,7	137,5	101,9

Tabelle 8: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 30 jährlicher 4-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

## 100 jährliche Niederschläge der Messstationen

Station	Ergebnis	Obergrenze	Untergrenze
Altenmarkt an der Triesting	46,1	53,2	39,2
Furth-Harras	56,9	67,4	46,3
Gutenstein	25,6	28,3	22,9
Kaiserbrunn	51,2	58,5	43,9
Kremesberg	38,6	45,1	32,2
Leobersdorf	32,4	37,3	27,5
Naßwald	37,1	41,7	32,4
Neunkirchen	34,9	39,9	30,0
Puchberg am Schneeberg	47,6	57,4	37,8
Reichenau an der Rax	38,4	43,1	33,7
Rohr im Gebirge	51,1	58,7	43,6
Schwarzau im Gebirge	40,9	46,8	35,0
Stixenstein	45,0	52,3	37,6
Wiener Neustadt (Flugplatz)	32,7	38,1	27,4

Tabelle 9: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 100 jährlicher 1 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	56,4	64,8	48,1
Furth-Harras	70,2	83,0	57,3
Gutenstein	35,4	39,3	31,4
Kaiserbrunn	64,0	72,9	55,0
Kremesberg	46,7	54,3	39,1
Leobersdorf	39,2	45,1	33,3
Naßwald	47,7	53,6	41,8
Neunkirchen	42,8	48,7	36,9
Puchberg am Schneeberg	58,5	70,2	46,7
Reichenau an der Rax	47,9	53,7	42,1
Rohr im Gebirge	63,9	73,1	54,7
Schwarzau im Gebirge	52,0	59,3	44,7
Stixenstein	55,0	63,7	46,3
Wiener Neustadt (Flugplatz)	40,9	47,6	34,2

Tabelle 10: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 100 jährlicher 2 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	63,5	72,8	54,2
Furth-Harras	79,3	93,8	64,9
Gutenstein	42,8	47,7	37,8
Kaiserbrunn	72,8	82,9	62,8
Kremesberg	52,2	60,6	43,9
Leobersdorf	43,9	50,4	37,4
Naßwald	55,2	62,0	48,4
Neunkirchen	48,2	54,8	41,6
Puchberg am Schneeberg	65,9	79,0	52,9
Reichenau an der Rax	54,5	61,0	48,0
Rohr im Gebirge	72,8	83,1	62,4
Schwarzau im Gebirge	59,8	68,1	51,5
Stixenstein	61,9	71,5	52,3
Wiener Neustadt (Flugplatz)	46,5	54,2	38,9

Tabelle 11: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 100 jährlicher 3 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	77,6	88,8	66,5
Furth-Harras	97,9	115,5	80,3
Gutenstein	59,1	66,3	51,9
Kaiserbrunn	91,0	103,3	78,6
Kremesberg	63,2	73,0	53,4
Leobersdorf	53,1	60,8	45,4
Naßwald	71,0	79,7	62,4
Neunkirchen	59,0	66,9	51,2
Puchberg am Schneeberg	81,0	96,7	65,3
Reichenau an der Rax	68,0	75,9	60,0
Rohr im Gebirge	90,9	103,6	78,3
Schwarzau im Gebirge	76,1	86,4	65,7
Stixenstein	75,8	87,2	64,4
Wiener Neustadt (Flugplatz)	58,1	67,7	48,5

Tabelle 12: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 100 jährlicher 6 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	94,9	108,3	81,6
Furth-Harras	120,8	142,2	99,4
Gutenstein	81,7	92,1	71,3
Kaiserbrunn	113,6	128,7	98,5
Kremesberg	76,4	87,9	64,9
Leobersdorf	64,3	73,5	55,1
Naßwald	91,4	102,4	80,4
Neunkirchen	72,3	81,6	63,0
Puchberg am Schneeberg	99,5	118,4	80,7
Reichenau an der Rax	84,7	94,5	75,0
Rohr im Gebirge	113,6	129,0	98,1
Schwarzau im Gebirge	96,7	109,6	83,9
Stixenstein	92,7	106,2	79,3
Wiener Neustadt (Flugplatz)	72,6	84,6	60,6

Tabelle 13: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 100 jährlicher 12 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	142,0	161,0	122,9
Furth-Harras	184,0	215,5	152,4
Gutenstein	156,0	177,8	134,2
Kaiserbrunn	177,2	199,7	154,7
Kremesberg	111,9	127,7	96,1
Leobersdorf	94,3	107,2	81,3
Naßwald	151,2	169,0	133,4
Neunkirchen	108,5	121,7	95,3
Puchberg am Schneeberg	150,3	177,3	123,3
Reichenau an der Rax	131,7	146,4	117,1
Rohr im Gebirge	177,2	200,3	154,2
Schwarzau im Gebirge	156,4	176,3	136,5
Stixenstein	138,8	157,6	120,1
Wiener Neustadt (Flugplatz)	113,2	132,1	94,3

Tabelle 14: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 100 jährlicher 2-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	159,7	180,8	138,5
Furth-Harras	208,1	243,4	172,7
Gutenstein	188,6	215,6	161,5
Kaiserbrunn	201,8	227,1	176,6
Kremesberg	125,1	142,4	107,8
Leobersdorf	105,4	119,7	91,1
Naßwald	175,1	195,6	154,7
Neunkirchen	122,2	136,7	107,6
Puchberg am Schneeberg	169,5	199,5	139,5
Reichenau an der Rax	149,9	166,3	133,4
Rohr im Gebirge	201,9	227,8	176,0
Schwarzau im Gebirge	180,0	202,6	157,4
Stixenstein	156,3	176,9	135,6
Wiener Neustadt (Flugplatz)	129,0	150,5	107,4

Tabelle 15: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 100 jährlicher 3-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

Station	Ergebnis	Obergrenze	Untergrenze
Altenmarkt an der Triesting	173,6	196,3	150,8
Furth-Harras	227,0	265,4	188,7
Gutenstein	215,7	247,1	184,2
Kaiserbrunn	221,3	248,8	193,9
Kremesberg	135,4	153,8	116,9
Leobersdorf	114,1	129,4	98,8
Naßwald	194,4	217,1	171,8
Neunkirchen	132,9	148,5	117,3
Puchberg am Schneeberg	184,7	217,0	152,4
Reichenau an der Rax	164,3	182,2	146,4
Rohr im Gebirge	221,4	249,5	193,3
Schwarzau im Gebirge	198,8	223,5	174,1
Stixenstein	169,9	192,0	147,8
Wiener Neustadt (Flugplatz)	141,4	165,1	117,7

Tabelle 16: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 100 jährlicher 4-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

## 150 jährliche Niederschläge der Messstationen

Station	Ergebnis	Obergrenze	Untergrenze
Altenmarkt an der Triesting	48,8	56,4	41,3
Furth-Harras	60,5	72,0	49,0
Gutenstein	26,7	29,6	23,7
Kaiserbrunn	54,3	62,3	46,4
Kremesberg	40,9	47,9	33,9
Leobersdorf	34,1	39,5	28,7
Naßwald	39,0	44,1	34,0
Neunkirchen	36,9	42,3	31,5
Puchberg am Schneeberg	50,5	61,1	39,9
Reichenau an der Rax	40,6	45,7	35,5
Rohr im Gebirge	54,2	62,4	46,1
Schwarzau im Gebirge	43,3	49,6	36,9
Stixenstein	47,9	55,9	40,0
Wiener Neustadt (Flugplatz)	34,4	40,1	28,6

Tabelle 17: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 150 jährlicher 1 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	59,7	68,8	50,6
Furth-Harras	74,5	88,5	60,6
Gutenstein	36,9	41,3	32,7
Kaiserbrunn	67,7	77,5	58,0
Kremesberg	49,4	57,7	41,2
Leobersdorf	41,3	47,6	34,9
Naßwald	50,2	56,6	43,7
Neunkirchen	45,2	51,6	38,8
Pottenstein	62,0	74,7	49,2
Puchberg am Schneeberg	50,5	56,8	44,3
Reichenau an der Rax	67,7	77,7	57,7
Rohr im Gebirge	55,0	62,9	47,0
Schwarzau im Gebirge	58,5	68,0	49,1
Stixenstein	42,9	50,2	35,7
Wiener Neustadt (Flugplatz)	59,7	68,8	50,6

Tabelle 18: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 150 jährlicher 2 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	67,1	77,2	57,0
Furth-Harras	84,3	99,9	68,6
Gutenstein	44,7	50,1	39,4
Kaiserbrunn	77,1	88,0	66,2
Kremesberg	55,2	64,3	46,2
Leobersdorf	46,1	53,2	39,1
Naßwald	58,1	65,5	50,7
Neunkirchen	50,8	58,0	43,7
Puchberg am Schneeberg	69,8	84,0	55,7
Reichenau an der Rax	57,5	64,5	50,5
Rohr im Gebirge	77,0	88,3	65,8
Schwarzau im Gebirge	63,2	72,2	54,2
Stixenstein	65,8	76,3	55,4
Wiener Neustadt (Flugplatz)	48,9	57,2	40,6

Tabelle 19: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 150 jährlicher 3 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	81,9	94,0	69,9
Furth-Harras	103,9	123,0	84,8
Gutenstein	62,0	69,8	54,2
Kaiserbrunn	96,2	109,5	82,8
Kremesberg	66,7	77,4	56,1
Leobersdorf	55,8	64,2	47,4
Naßwald	74,7	84,1	65,3
Neunkirchen	62,2	70,7	53,7
Pottenstein	85,7	102,7	68,7
Puchberg am Schneeberg	71,6	80,2	63,0
Reichenau an der Rax	96,1	109,9	82,5
Rohr im Gebirge	80,3	91,5	69,1
Schwarzau im Gebirge	80,4	92,8	68,1
Stixenstein	61,1	71,4	50,7
Wiener Neustadt (Flugplatz)	81,9	94,0	69,9

Tabelle 20: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 150 jährlicher 6 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	100,1	114,6	85,7
Furth-Harras	128,1	151,3	104,9
Gutenstein	85,9	97,2	74,6
Kaiserbrunn	120,0	136,3	103,6
Kremesberg	80,6	93,1	68,2
Leobersdorf	67,5	77,4	57,5
Naßwald	96,0	108,0	84,1
Neunkirchen	76,1	86,2	66,0
Puchberg am Schneeberg	105,2	125,6	84,8
Reichenau an der Rax	89,2	99,8	78,7
Rohr im Gebirge	120,0	136,7	103,2
Schwarzau im Gebirge	102,0	115,9	88,0
Stixenstein	98,2	112,8	83,6
Wiener Neustadt (Flugplatz)	76,3	89,3	63,2

Tabelle 21: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Extrapolation 150 jährlicher 12 Stunden-Niederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	149,4	170,1	128,8
Furth-Harras	194,7	229,0	160,5
Gutenstein	164,9	188,5	141,2
Kaiserbrunn	186,7	211,1	162,3
Kremesberg	117,7	134,8	100,6
Leobersdorf	98,8	112,8	84,8
Naßwald	158,7	178,0	139,4
Neunkirchen	113,9	128,2	99,6
Puchberg am Schneeberg	158,3	187,6	129,1
Reichenau an der Rax	138,5	154,3	122,7
Rohr im Gebirge	186,8	211,8	161,9
Schwarzau im Gebirge	164,5	186,1	142,9
Stixenstein	146,6	166,9	126,2
Wiener Neustadt (Flugplatz)	119,0	139,5	98,5

Tabelle 22: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 150 jährlicher 2-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	168,0	190,9	145,1
Furth-Harras	220,1	258,5	181,8
Gutenstein	199,5	228,7	170,2
Kaiserbrunn	212,5	239,9	185,1
Kremesberg	131,5	150,2	112,8
Leobersdorf	110,4	125,9	94,9
Naßwald	183,8	206,0	161,6
Neunkirchen	128,2	143,9	112,4
Puchberg am Schneeberg	178,5	211,0	146,0
Reichenau an der Rax	157,5	175,3	139,7
Rohr im Gebirge	212,7	240,7	184,7
Schwarzau im Gebirge	189,2	213,7	164,7
Stixenstein	164,8	187,1	142,4
Wiener Neustadt (Flugplatz)	135,6	159,0	112,2

Tabelle 23: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 150 jährlicher 3-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])

<b>Station</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>Obergrenze</b>	<b>Untergrenze</b>
Altenmarkt an der Triesting	182,5	207,2	157,9
Furth-Harras	240,1	281,7	198,5
Gutenstein	228,4	262,5	194,4
Kaiserbrunn	232,9	262,6	203,2
Kremesberg	142,2	162,2	122,2
Leobersdorf	119,5	136,1	102,9
Naßwald	204,0	228,5	179,5
Neunkirchen	139,3	156,3	122,4
Puchberg am Schneeberg	194,3	229,3	159,3
Reichenau an der Rax	172,6	192,0	153,2
Rohr im Gebirge	233,2	263,6	202,7
Schwarzau im Gebirge	208,9	235,7	182,1
Stixenstein	179,0	203,0	155,1
Wiener Neustadt (Flugplatz)	148,7	174,4	123,0

Tabelle 24: Ergebnisse der doppeltlogarithmischen Interpolation 150 jährlicher 4-Tagesniederschläge für die einzelnen Niederschlagsstationen (Niederschlagssummen [mm])