



**Universität für Bodenkultur
Institut für Alpine Naturgefahren
und forstliches Ingenieurwesen**

Peter Jordan Str. 82
A-1190 WIEN

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



WLS REPORT 49

Wasserwirtschaftliche Studie: Wartschenbach, Dorfbach und Zwieslingbach

Endbericht



Im Auftrag:

**BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
*Vc7***

UND

**Amt der Tiroler Landesregierung
*Abteilung Wasserwirtschaft***

Projektleitung: Hübl Johannes

**Mitarbeiter: Scherz Wolfgang
Pichler Andreas**

Wien, im Dezember 2000



Wasserwirtschaft

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
1 PROJEKTSGRUNDLAGEN	4
1.1 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	4
1.2 PROJEKTSGEBIET	5
1.3 KOMPETENZGRENZEN	5
1.4 BEARBEITUNGSGRENZEN	6
1.5 RAHMENBEDINGUNGEN	8
2 BESCHREIBUNG DER EINZUGSGEBIETE	9
2.1 GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	9
2.2 WARTSCHENBACH	10
2.2.1 <i>Hydrologie und Geschiebe</i>	11
2.2.2 <i>Verbauungsgeschichte</i>	12
2.2.3 <i>Aktuelle Situation</i>	13
2.3 DORFBACH	14
2.3.1 <i>Hydrologie und Geschiebe</i>	14
2.3.2 <i>Verbauungsgeschichte</i>	14
2.3.3 <i>Aktuelle Situation</i>	14
2.4 ZWIESLINGBACH	15
2.4.1 <i>Hydrologie und Geschiebe</i>	15
2.4.2 <i>Verbauungsgeschichte</i>	15
2.4.3 <i>Aktuelle Situation</i>	16
2.5 EREIGNISCHRONIK	18
2.5.1 <i>Chronik Wartschenbach</i>	18
2.5.2 <i>Chronik Dorfbach</i>	19
2.5.3 <i>Chronik Zwieslingbach</i>	19
3 HYDROLOGIE	21
3.1 ERMITTLUNG DER NIEDERSCHLAGSGANGLINIEN (HYETOGRAPH)	21
3.2 BEMESSUNGSNIEDERSCHLÄGE	25
3.3 NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-SIMULATION	26
3.3.1 <i>Allgemeines</i>	26
3.3.2 <i>NASIM</i>	26
3.3.2.1 <i>Generelles</i>	26
3.3.2.2 <i>Aufbau des Systemplans</i>	30
3.3.2.3 <i>Belastungsbildung aus Regen oder Schneeschmelze</i>	30
3.3.2.4 <i>Belastungsaufteilung in Versickerung, Verdunstung und Abflussanteile</i>	31
3.3.2.5 <i>Abflusskonzentration</i>	31
3.3.2.6 <i>Wellenverformung</i>	32

3.4	SIMULATIONSERGEBNISSE	33
3.4.1	<i>Wartschenbach</i>	33
3.4.1.1	Simulationsergebnisse	33
3.4.1.2	Erhebungen zu „Abflussdämpfung der RHB – Kaskade“	34
3.5	DORFBACH	38
3.6	ZWIESLINGBACH	39
3.7	BEMESSUNGSABFLÜSSE & SZENARIOERGEBNISSE	40
4	OBERFLÄCHENWÄSSER AUS DEM SIEDLUNGSGEBIET	41
4.1	ABSCHÄTZUNG DER ZUTRETENDEN OBERFLÄCHENWÄSSER AUS LIENZERSTRASSE UND WEIDACHWEG41	
4.2	FASSUNG DIESER WÄSSER	42
5	BESCHREIBUNG DER MASSNAHMENVARIANTEN	43
5.1	PARTEIENSTELLUNG UND KONFLIKTBEREICHE	43
5.2	WARTSCHENBACH	44
5.2.1	<i>Nullvariante</i>	44
5.2.2	<i>Variante Wartschenbach 1 (W1)</i>	45
5.2.3	<i>Variante Wartschenbach 2 (W2)</i>	48
5.3	DORFBACH	50
5.3.1	<i>Nullvariante</i>	50
5.3.2	<i>Variante Dorfbach (D)</i>	50
5.4	ZWIESLINGBACH	51
5.4.1	<i>Nullvariante</i>	51
5.4.2	<i>Variante Zwieslingbach (Z)</i>	52
5.5	QUALITATIVE BEWERTUNG DER VARIANTEN	53
6	GRUNDWASSERSITUATION	54
6.1	HINWEISE AUF BEEINFLUSSUNG DER GRUNDWASSERSITUATION	55
6.1.1	<i>Generelle Situation im Lienzer Becken</i>	55
6.1.2	<i>Datenbestandsanalyse Grundwassersituation</i>	56
6.2	HINWEISE IM PROJEKTSGEBIET	61
7	HINWEISE AUF DIE FLÄCHENWIDMUNG UND GEFAHRENZONENPLANUNG	62
8	LITERATURVERZEICHNIS	64
9	TABELLENVERZEICHNIS	65
10	FORMELVERZEICHNIS	65
	ANHANG (PLANDARSTELLUNGEN)	66

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1:	ÜBERSICHTSKARTE ÖK 1:25.000 ÜBER PROJEKTSGEBIET	7
ABBILDUNG 2:	PRINZIPIKIZZE DER ABFLUSSVERHÄLTNISSE	9
ABBILDUNG 3:	AUSUFERUNGSBEREICHE IN DEN BÄCHEN DES PROJEKTES	17
ABBILDUNG 4:	GRAFISCHE ZUSAMMENFASSUNG DER CHRONIKEN	20
ABBILDUNG 5:	GEBIETSNIEDERSCHLAG DURCH REDUKTION VON PUNKTNIEDERSCHLÄGEN	22
ABBILDUNG 6:	VERGLEICH VERSCHIEDENER EXTREMNIEDERSCHLÄGE IM DRAU- BZW. ZETTERSFELDGEBIET	23
ABBILDUNG 7:	ABSOLUTE VERTEILUNG NIEDERSCHLAGS-EREIGNISSE ÜBER DIE DAUERSTUFEN	24
ABBILDUNG 8:	STRUKTURELLER AUFBAU DES SIMULATIONSMODELLS NASIM	29
ABBILDUNG 9:	EXTRAPOLATION GESCHIEBEFRACHT WARTSCHENBACH	35
ABBILDUNG 10:	REINWASSER- UND GESCHIEBEBINDUNG IN RHB-KASKADE	36
ABBILDUNG 11:	EINGANGSGANGLINIEN FÜR MUREN -SIMULATION IN RHB KASKADE	37
ABBILDUNG 12:	FLO 2D SIMULATIONSERGEBNIS FÜR SZENARIO:100-JÄHRL. NS30'B	38
ABBILDUNG 13:	KONFLIKTBEREICHE BEZÜGLICH DER MAßNAHMENPLANUNG IM PROJEKTSGEBIET	44
ABBILDUNG 14:	MAßNAHMENVARIANTE 1 FÜR WARTSCHENBACH	47
ABBILDUNG 15:	MAßNAHMENVARIANTE 2 FÜR WARTSCHENBACH	49
ABBILDUNG 16:	MAßNAHMENVARIANTE FÜR DORFBACH	51
ABBILDUNG 17:	MAßNAHMENVARIANTE FÜR ZWIESLINGBACH	53
ABBILDUNG 18:	GRUNDWASSERGANGLINIE VON MESSPUNKT BR7 (HZB)	57
ABBILDUNG 19:	GRUNDWASSERGANGLINIE GEMEINDEBRUNNEN NUßDORF/DEBANT	58
ABBILDUNG 20:	GRUNDWASSERGANGLINIE VON MESSPUNKT BR1 (HZB)	59
ABBILDUNG 21:	ERRECHNETE SCHICHTENLINIEN DES FLURABSTANDES VOM 1.8.1997	61
ABBILDUNG 22:	REAKTION DER GW-HÖHE AUF NIEDERSCHLAG AM ZETTERSFELD	62
ABBILDUNG 23:	AUSSCHIEDUNG VON VORBEHALTSBEREICHE (BLAUE UMGRENZUNG) IM PROJEKTSGEBIET	63

1 Projektgrundlagen

1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes soll die wasserwirtschaftliche Situation mit Augenmerk auf die Behandlung von Hochwässer durch die in den Talraum der Gemeinde Nußdorf/Debant entwässernden Bäche Wartschenbach, Dorfbach und Zwieslingbach behandelt werden. Die in ihrer Bedeutung im Projekt als gleichwertig betrachteten Bäche, besitzen bis dato keine natürliche Vorflut.

Das Einzugsgebiet des Wartschenbaches liegt sowohl im Tätigkeitsbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Osttirol (WLV), als auch in dem der Bundeswasserbauverwaltung, Baubezirksamt Lienz (BBA), wobei die Kompetenzgrenze derzeit beim Künetteneinlauf des Absatzbeckens liegt. Somit findet im Talraum des Wartschenbachgerinnes ein Übergang im Kompetenzbereich zwischen WLV und BBA statt. Der Zwieslingbach wie der Dorfbach werden gänzlich von der WLV betreut. Ihr Ende im Talraum ist undefiniert, da sie am Schwemmkegel versickern oder verrohrt wurden. Die beiden Bäche reichen jedoch eindeutig bis in das Siedlungsgebiet Nußdorf und darüber hinaus. Das Siedlungsgebiet Nußdorf liegt im Kompetenzbereich des BBA.

Um dem Missstand einer ungenügenden Vorflut zu begegnen, besteht seitens des BBA ein Projekt zur Unterlaufregulierung des Wartschenbaches vom Versickerungsbecken bis zum Debantbach. Der zulässige Abfluss des Wartschenbaches beträgt bei der Querung Bundesstraße B100 4,1 m³/s. Trotz dieses Vorhabens bleibt die Abfluss - Situation für Wartschenbach, Dorfbach und Zwieslingbach weiterhin ungeklärt, da im Hochwasserfall der Abfluss weit höher ist. Um den Talraum Nußdorf/Debant vor Überflutung zu schützen, ist es Ziel dieser Studie, die Ausbildung und Zweckmäßigkeit eines Rückhaltebeckens für alle Projektbäche durch ein Variantenstudium zu eruieren.

Infolge eines großen Siedlungsdruckes und begrenzter Flächenverfügbarkeit ist es *jetzt* erforderlich, präventive Maßnahmen des Hochwasserschutzes zu setzen. Durch die enge Verzahnung der Kompetenzbereiche von WLV und BBA kann eine Lösung dieser Situation nur durch Zusammenarbeit beider Kompetenzbereiche in sinnvoller Weise erfolgen.

1.2 Projektgebiet

Betrachtet man die Einzugsgebiete aller Projektbäche, so lässt sich das Projektgebiet durch seine Teilgebiete wie in Tabelle 1 darstellen. Die Talhöhe für die Angabe der Höhererstreckung wurde für alle drei Gebiete mit der Bezugshöhe 683 müA. angegeben. Das Pauschalgefälle wurde für die Bereiche Oberlauf (OL), Mittellauf (ML) und Schwemmkegel (SK) differenziert.

Teileinzugs-Gebiet	A _E [km ²]	Gerinnelänge [km]	Höhererstreckung Gerinne [m]	Pauschalgefälle OL/ML/SK [%]
Wartschenbach	2,5	4,8 (WLV-Bereich)	1283	31 / 38 / 17
Dorfbach	1,1	2,2	760	44 / 32 / 15
Zwieslingbach	0,7	1,7	560	43 / 56 / 19

Tabelle 1: Gebietskennwerte der Einzugsgebiete

1.3 Kompetenzgrenzen

- Wartschenbach: Mit der 39. Verordnung des Landeshauptmannes vom 4.7.1990 wurde die Tätigkeitsgrenze zwischen den Dienststellen WLW und BBA bei Bach hm 18,9 (Künetteneinlauf Absetzbecken) festgelegt. Vom Projektauftraggeber ist geplant, nach Abschluss des Projektes ‚Unterlaufregulierung Wartschenbach‘ des BBA Lienz, die Kompetenzgrenze zwischen WLW und BBA an die Querung Wartschenbachgerinne – Bundesstraße B100 zu verschieben.
- Dorfbach, Zwieslingbach: Beide Gerinne werden von ihrem Ursprung bis zur Einleitung bzw. Versickerung im Talboden von der WLW, Gebietsbauleitung Osttirol, betreut.

1.4 Bearbeitungsgrenzen

- Wartschenbach: Speziell betrachtet wurde das Quellgebiet am Zetttersfeld und die Rückhaltebeckenkette am Schwemmkegel, wo aufgrund der durchgeführten Baumaßnahmen (RHB Stieralm, RHB 1 – 3) Änderungen des hydrologischen Modells notwendig waren. Die Bearbeitungsgrenze bildet die Lienzerstraße (orografisch rechts) und die Bundesstraße B100.
- Dorfbach: Ab der Mündung in das Ausschotterungsbecken an der Lienzerstraße bis Bundesstraße B100.
- Zwieslingbach: Ab dem Rohrdurchlass Lienzerstraße, Ortsmitte Nußdorf, bis Bundesstraße B107a.

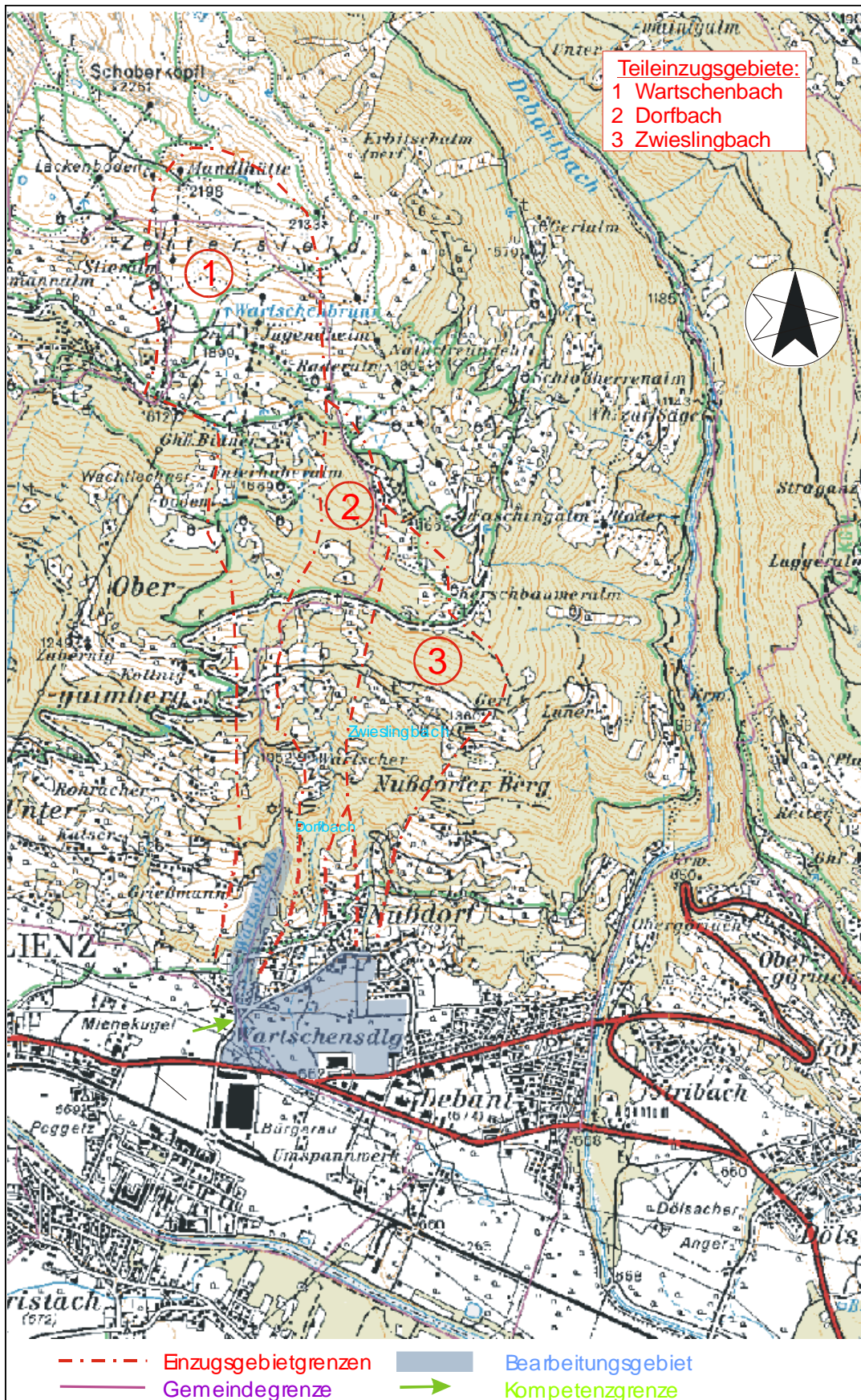


Abbildung 1: Übersichtskarte ÖK 1:25.000 (verkleinert, KBI. 179) über Projektgebiet

1.5 Rahmenbedingungen

Alle drei Bäche sind laut WLV murfähige Wildbäche, für die diskontinuierlich starke Geschiebeverfrachtung charakteristisch ist. Dieser Tatsache wird am Wartschenbach bisher bevorzugt Rechnung getragen. An den beiden übrigen Bächen ist, bis auf die begrenzten Ausschotterungsbecken am Dorfbach und Zwieslingbach, keine Maßnahme zur Geschieberetention getroffen worden. In Gesprächen mit der Gebietsbauleitung Osttirol wurde die Vereinbarung getroffen, dass ab den oben genannten Bearbeitungsgrenzen mit *geschiebefreiem* Abfluss gerechnet werden kann (schriftl. Mitteilung WLV, Gebietsbauleitung Lienz vom 12.11.1999). Somit wird im gegenständlichen Projekt bloß die Ablagerung von Feinsedimenten und Schwebstoffen behandelt.

Die natürliche Vorflut des Wartschenbachgerinnes im Abschnitt Ausfluss Absetzbecken – Querung B100 bis zum Versickerungsbecken ist durch die geringe Abflusskapazität sehr limitiert. Dieser Umstand geht zurück auf ein Projekt des BBA Lienz aus den 1970-er Jahren, wo die Abflusskapazität auf maximal $4,1\text{m}^3/\text{s}$ beschränkt wurde. Basierend auf diese Vorgaben, wurde die Neuschaffung einer Vorflut ab dem Versickerungsbecken seitens des BBA Lienz projektiert. In diesem Projekt wurde in den Berechnungen kein Sedimenttransport einkalkuliert, was durch zu geringes Längsgefälle und die begrenzte Räumbarkeit begründet wird (gemäß Projektsunterlagen ‚Unterlaufregulierung Wartschenbach‘ und schriftliche Mitteilung vom 12.10.99, BBA Lienz, Fachbereich Wasserwirtschaft). Als logische Konsequenz kann daher nicht mit einer Zuleitungsmöglichkeit zusätzlicher Bäche (Dorf- und Zwieslingbach) gerechnet werden. Eine Erhöhung der Abflusskapazität müsste für den Gerinneabschnitt Absetzbecken bis zum Versickerungsbecken mittels eines neuen Projektantrags neu verhandelt werden. Dies gilt genauso für das Projekt des BBA Lienz ab dem Versickerungsbecken, dessen Baubeginn im Frühjahr 2000 erfolgen soll. Eine Kapazitätserhöhung des bestehenden Unterlaufgerinnes ist aufgrund der Flächenverfügbarkeit und Zwangspunkte in Zukunft auszuschließen.

Kann keine kontinuierliche Vorflut gewährleistet werden, muss das im Ereignisfall über den kontrollierten Maximalabfluss hinausgehende Oberflächenwasser vor Ort *zur Gänze* retendiert werden.

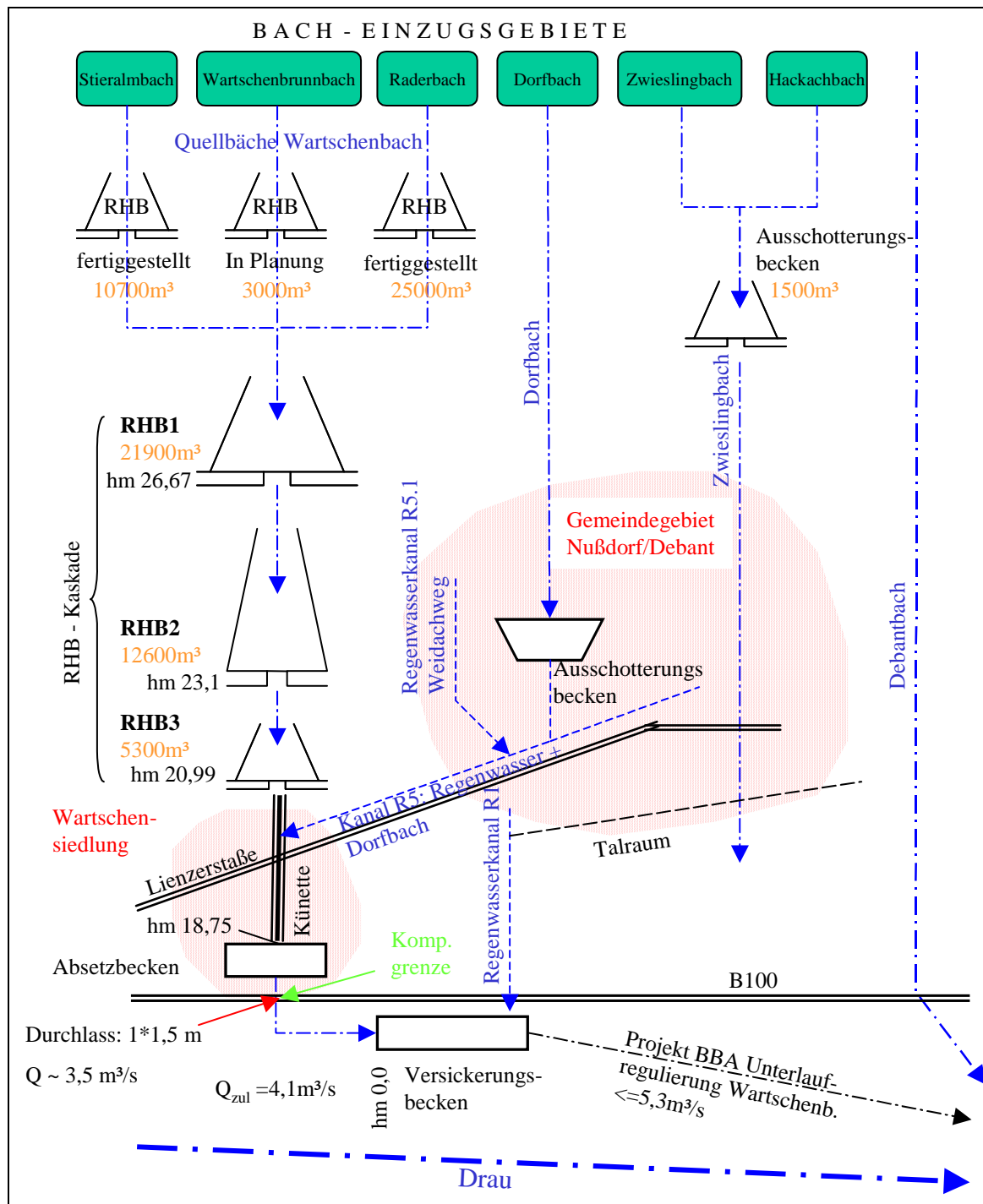


Abbildung 2: Prinzipskizze der Abflussverhältnisse

2 Beschreibung der Einzugsgebiete

2.1 Geologie und Hydrogeologie

Das Projektgebiet befindet sich geologisch zur Gänze in der Schobergruppe, welche eine ostalpine Kristallineinheit zwischen dem nördlichen Tauernfenster und dem Permo-Mesozoikum der Lienzer Dolomiten im Süden darstellt. Es überwiegen

Paragneise und Glimmerschiefer, in die Amphibolite eingeschaltet sind. Weiteres finden sich, insbesondere im Oberhang, quartäre Lockersedimente (sandige Grundmoräne, Eisrandsedimente). Geomorphologisch lässt sich das Gebiet grob in folgende Einheiten einteilen:

- Übersteilter Unterhang mit abnehmender Tendenz in Richtung Osten
- Diskontinuierliche Relieftreppen im Mittel- und Oberhang
- Ausgeprägte Doppelkammbildung im Kammbereich südöstlich des Schoberköpfls (2281 müA.).

Aufgrund hangtektonischer und gefügeanalytischer Untersuchungen seitens POSCHER (ILF 1998) wird festgestellt, dass das System Wartschenbach in eine (fossile) Großhangbewegung eingebunden ist. Es handelt sich um eine klassische „Bergzerreißen“ mit sackenden Talzuschüben an den Flanken des Debant- und Drau - Iseltales.

Die Hydrogeologie des Einzugsgebiets beeinflusst wesentlich das Abflussverhalten der 3 Bäche im Projektsgebiet. Das hydrologische Einzugsgebiet weicht nach ersten Untersuchungen (ILF) in seiner räumlichen Ausbreitung von dem orografischen ab. Kriechgänge, Schuttkörper, Zerrzonen und Kluftsysteme im Hang lassen auf einen komplexen Zusammenhang zwischen Wasserbewegung im Berg und Oberflächenabfluss schließen.

Es treten nach derzeitigem Erhebungsstand 2 Quelllinien auf:

- Quelllinie Wartschenbrunn
- Quelllinie beim Bidner

Die endgültigen Ergebnisse der Studie „*Projekt Wartschenbach, Geologie Oberhang*“ des ILF, die für eine Abschätzung der Wasserbewegung im Berg wesentlich wären, stehen noch aus.

2.2 Wartschenbach

Der Wartschenbach, mit einer zu 30% bewaldeten Einzugsgebietsfläche von 2,5 km², wird von drei Quellbächen (Stieralm-, Wartschenbrunn- und Raderbach) gespeist, die alle in Quellbereichen am Zetttersfeld (1800 – 2000 müA.) entspringen. Stieralmbach und Wartschenbrunnbach vereinigen sich im Wachtlechnerboden während der Raderbach im Bereich Faschingalmbrücke zustößt. In diesem Bereich, der den Oberlauf des Baches darstellt, treten Sohlneigungen von 30 – 50% auf. Im Mittellauf

mit Neigungen von 30 – 80%, quert der Bach die Hofzufahrten „Ober- und Unterschappler“ und durchfließt die sehr steile, stark eingetieftete Erosionsstrecke bis zur Furtquerung „Jaggler“ am Schwemmkegelhals.

Ab Einlauf Schwemmkegel fließt der Bach über zwei Konsolidierungssperren in das oberste von drei Rückhaltebecken und verlässt diese Kaskade mittels einer Betonkünette Richtung Absetzbecken, das unterhalb der Lienzerstraße und neben der Deponie für das Material des Ereignisses 1997 situiert ist. Anschließend führt ein mit 4,1 m³/s Maximalabfluss ausgelegtes Naturgerinne bis zur Kompetenzgrenze und weiter bis zum Versickerungsbecken. Das Projekt des BBA Lienz (Wartschenbach-Regulierung Unterlauf) soll hier eine neue Vorflut entlang des Debantbaches Richtung Drau schaffen.

Die Schulterbereiche des Wartschenbaches stellen infolge geringen Gefälles Geschiebeumlagerungsbereiche dar, was sich in der Ausbildung lokaler Ablagerungskegel im oberen Teil der Verflachung zeigt. Durch lokale Verwerfungen in diesen Bereiche ergeben sich in verschiedenen Gebieten jeweils wieder Möglichkeiten zur Bachlaufverlegung in Fallrichtung der darunter liegenden Steilstufen. In diesem Sinn lassen sich bei allen Quellbächen über den gesamten Einhang zum Haupttal immer wieder alte Bachläufe erkennen. Bedeutend sind die Hinweise auf Ausbrüche in Richtung des Dorfbaches, ausgehend einmal vom Raderbach und weiter durch Ausbruch unterhalb der Faschingalmstraße. Damit wäre das für die momentane Schüttung des Dorfbaches überproportional große Abflussprofil des Dorfbaches von 900 müA. bis auf ca. 800 müA. erklärbar.

2.2.1 Hydrologie und Geschiebe

Der Basisabfluss von 120 - 130 l/s wurde stichprobenartig in der regenfreien Sommerperiode 1999 mittels Salztracer-Methode gemessen. Gemäß WLS-Report 19 soll nach Abschluss der Retentionsbaumaßnahmen am Zetttersfeld das Bemessungs - Hochwasser eine Abflussspitze ($T_n = 100$, 15 min endbetonter Niederschlags) von ca. 15 m³/s erreichen.

Der Bachabschnitt zwischen der Tätigkeitsgrenze WLV-BBA und dem Versickerungsbecken wurde in den 1980-er Jahren reguliert, wobei diesem Bauabschnitt eine Ausbauwassermenge von 5,18 m³/s (gemäß BBA-Projekt 1979) zugrunde gelegt wurde. Bei dieser Ausbauwassermenge wurde auch die Beileitung des Dorfbaches berücksichtigt. Aufgrund einer hydraulischen Nachrechnung im

Jahre 1998 durch das BBA Lienz, Fachbereich Wasserwirtschaft, beträgt das Schluckvermögen des bestehenden Gerinnes nur 4,1 m³/s.

Weiter werden aus der Ortskanalisation Nußdorf/Debant über die Regenwasserkanäle R5 und R5.1 insgesamt 811 l/s dem Wartschenbach beigeleitet. Im Bereich des Versickerungsbeckens werden aus dem Regenwasserkanal R1 weitere 1200 l/s eingeleitet.

Infolge der Murereignisse in den Jahren 1995 und 1997 kam es zu einer Verschlämmung des Versickerungsbeckens, wodurch die Versickerungsfähigkeit stark reduziert wurde. Aufgrund dieser Tatsache wurde vom BBA ein Projekt zur Schaffung einer Vorflut für den Wartschenbach ausgearbeitet. Das Projekt sieht im wesentlichen die Herstellung eines neuen Gerinnes vom Versickerungsbecken zum Debantbach vor. Es wurde mit Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Lienz vom 23.4.1999, Zl. 800-1681/6w vorbehaltlich bewilligt. Die Bemessungswassermenge für das neue Gerinne beträgt 5,3 m³/s. In dieser Bemessungswassermenge sind die 1200l/s aus dem Regenwasserkanal R1 enthalten.

Ab dem Versickerungsbecken können aus dem Einzugsgebiet, exklusive Regenwasserkanal R1, somit maximal 4,1 m³/s zum Debantbach abgeleitet werden.

2.2.2 Verbauungsgeschichte

- Projekt 1980: In den Jahren 1981 – 1986 wurden am Schwemmkegel ein Geschiebeablagerungsplatz (→ RHB3: hm 20,945 – hm 22,18) mit einer anschließenden Regulierung (Unterlaufkүнette von hm 18,8 – 20,945) gebaut. Oberhalb des Ablagerungsplatzes wurde ab hm 22,37 das Bachbett eingetieft und bachbegleitende Leitdämme bis hm 23,50 rechtseitig bzw. hm 26,6 linkseitig errichtet, die ein Ausbrechen des Baches am Grabenausgang verhindern sollten.
- Projekt 1997: Bachlaufregulierung hm 22,18 – 23,1 in Grobsteinschlichtung mit 7 Sohlgurte, Errichtung einer Geschieberückhaltesperre (Balkensperre) bei hm 23,10. Erhöhung und Umgestaltung des rechtsufrigen Leitdammes von hm 23 – 24, womit ein weiterer Ablagerungsplatz (→ RHB2) entsteht. Bachlaufregulierung hm 24,83 – 26,47 in Grobsteinschlichtung mit 10 Sohlgurte, Schaffung eines dritten Rückhalteraaumes (→ RHB1) mit Vorsperre hm 26,7; anschließend beidufrige Leitwerke und Balkensperre bei hm 26,87. Zur Kollsicherung beim Einlauf in RHB3 werden zwischen hm 27,22 – 27,94 zwei Einlaufbauwerke sowie Grobsteinschlichtung angeordnet. Bachlaufregulierung im

Oberlauf mit Sicherung der Ausbruchsstellen und Errichtung von Holzsperrern; Das Projekt ist größtenteils abgeschlossen.

- Projekt 1998: Wasserrückhalt im Oberlauf durch Schaffung von Rückhaltebecken für jeden der drei Quellbäche an den Standorten Stieralm (bereits fertiggestellt: Beckensohle auf 1916 müA.), Ghf. Bidner (Bau im Sommer 2000: 1800 müA.), Unterhuberalm (Bau im Herbst 1999: 1660 müA.). Ab RHB Stieralm wurde ein 570 m langes Gerinne für Abfuhr des Grundablasses neu angelegt. Am Steilhang oberhalb der Quellaustritte bis ca. 2100 müA. ist eine Aufforstung (Lärche, Zirbe, Fichte, Zwergsträucher) an geeigneten Kleinstandorten für mehr Wasserrückhalt im Quellgebiet vorgesehen. Um Bachausbrüche im Mittellauf (vor allem nach Osten in Richtung Dorfbach) zu verhindern aber kleine Ereignisse ablaufen zu lassen, werden Einweisdämme rechts- und linksufrig bei hm 40 – 41 sowie ein rechtsufriger Uferdamm bei hm 44,35 – hm 45,10 errichtet. Weiter sollen 16 Beton-Grundswellen von hm 41,56 – hm 44,11 und 13 Holzsperrern von hm 44,5 – hm 46,3 die Sohle vor der erodierenden Wirkung des Bachlaufes schützen.

2.2.3 Aktuelle Situation

Durch die Verbauung 1981-1986 konnten beim Ereignis 1995 ca. 25.000 m³ Geschiebe schadlos abgelagert werden (lt. Technischer Bericht des Verbauungsprojekts Wartschenbach 1998, WLW). Als Rückhaltmöglichkeit bot sich nur diese Stelle an, da der flachere, für einen Geschieberückhalt besser geeignete Bachbereich unterhalb des Ablagerungsplatzes mit der Wartschensiedlung verbaut war. Der Wohnbau in der Wartschensiedlung reicht vor 1961, wo bereits 13 Wohnobjekte errichtet waren. Da das Ereignis deutlich größer als das verfügbare Retentionsvolumen war, entstand durch Vermurung erheblicher Sachschaden in der Wartschensiedlung. Die Abflusskapazität ab Künette bis Querung B100 ist für das Bemessungsereignis nicht ausreichend (siehe Kapitel 1.5).

Ausgelöst durch die Ereignisse ab August 1995 hat sich der Wartschenbach ständig weiter in seinem Bett aus vorwiegend erosionsinstabilen Glimmerschiefern eingetieft. Während der Ereignisse, bzw. zeitlich davon versetzt, treten Uferanbrüche und Nachböschungsvorgänge auf, die somit neues Geschiebematerial der hohen Transportkapazität des steilen Mittellaufes aussetzen. In Folge wirkt sich die Schwächung der unteren Hangabschnitte sukzessiv durch weitere Nachböschungen

in die höheren Hangabschnitte aus. Somit ist ein Prozess in Gang gekommen, dessen Eintiefung bzw. Seitenschurf bewirkende Kraft erst beendet ist, wenn sich ein Grenzgleichgewicht zwischen Geschiebetransport und Geschiebenachlieferung einstellt. Wie die Erfahrung der jüngsten Vergangenheit zeigt, scheint dies noch nicht der Fall zu sein (siehe Kapitel 2.5.1).

2.3 Dorfbach

Der als murfähig eingestufte Dorfbach liegt im Gemeindegebiet von Nußdorf-Debant. Das 1,1 km² große Einzugsgebiet ist zu 70 % bewaldet und reicht von der Wasserscheide bei 1760 müA. bis zum Einlauf in das Ausschotterungsbecken auf ca. 684 müA. Der Hauptbach entspringt in ca. 1400 müA. und nimmt linksufrig zwei kleine Zubringer auf. Im Oberhang tritt der Dorfbach als wenig eingetieftes Bächlein bei Neigungen von 30 – 50 % zutage. Der Mittellauf ist als steiles V-Tal mit steilen Ufereinhängen bei Neigungen von 30 – 60 % ausgebildet. Am wenig ausgebildeten Schwemmkegel verflacht der Bach bei Neigungen von 10 – 30 %.

2.3.1 Hydrologie und Geschiebe

Die maximale Hochwasser-Abflussspitze wird seitens der WLV aufgrund von Durchflussprofilen auf ca. 15 m³/s geschätzt. Die beim Bemessungsereignis zu erwartende Geschiebemenge wird lt. Auskunft WLV auf 10.000 m³ geschätzt, die aus dem steilen Mittellauf entnommen und am Schwemmkegel abgelagert wird.

2.3.2 Verbauungsgeschichte

Bis auf die Straßenquerungen (Rohr unter Mellitzweg, Brückenquerschnitt unter Gaimbergstraße) ist der Dorfbach bis zum Einlauf in das Ausschotterungsbecken praktisch nicht verbaut. Ab dem Becken verläuft der Dorfbach verrohrt (Regenwasserkanal R5, DN800) unter dem Gehsteig der Lienzerstraße, und mündet in den Wartschenbach vor dem Einlauf in das Absetzbecken. Dem Regenwasserkanal R5 für Oberflächenwässer der Lienzerstraße oberhalb des Ausschotterungsbeckens wird der Regenwasserkanal R5.1 (DN200) für Oberflächenwässer des Weidachweges beigeleitet.

2.3.3 Aktuelle Situation

Eine schadlose Abfuhr der Hochwasserwelle ist im derzeitigen Bachzustand vom Oberlauf bis ca. 780 müA. denkbar, wo das Längsprofil verflacht und sich ein breites

Querprofil präsentiert. Dieser Bereich (780 – 840 müA.) wäre für Geschieberetention potentiell geeignet. Bachab von 780 müA. ist der Dorfbach ein kleines Erdgerinne, das selbst bei einem Teil des Bemessungshochwassers der WLV (15 m³/s) weit überlastet ist. Besonders krass zeigt sich die geringe Abflusskapazität im Bereich Straßenquerung Mellitzweg, wo mit Überborden bei nur geringfügigen Ereignissen gerechnet werden muss. Der Basisabfluss von 4 - 5 l/s wurde in den regenfreien Sommermonaten 1999 mittels Salztracer-Messung erhoben.

2.4 Zwieslingbach

Der Zwieslingbach liegt im Gemeindegebiet von Nußdorf-Debant und wird von der WLV, Gebietsbauleitung Lienz betreut. Das 0,7 km² große Einzugsgebiet ist S - SW orientiert, beginnt oberhalb der Straße zur Faschingalm auf ca. 1600 müA. und endet beim Radweg in die Wartschensiedlung auf ca. 660 müA. Bei ca. 850 müA. münden die beiden Quellbäche Zwieslingbach und Hackachbach in ein Ausschotterungsbecken. Die Bachlänge beträgt insgesamt ca. 2km. Der Waldanteil im Einzugsgebiet beträgt ca. 75%. Die Neigungsverhältnisse variieren vom Oberlauf mit 60 – 40% bis zum Unterlauf mit 2 – 25 %. Der Oberlauf befindet sich in einem steilen bewaldeten Graben, der zeitweise mit Felsnasen durchsetzt ist. Der Mittellauf verläuft in einer Hangmulde, die teilweise mit Murmaterial aufgefüllt ist. Der Zwieslingbach hat keinen Vorfluter und versickert im Lienzer Talboden, zwischen dem nordseitigen Hangfuß und der Großglockner - Bundesstraße.

Geologisch herrschen im Einzugsgebiet Glimmerschiefer vor, die teilweise mit Hangschutt und Moränen überlagert sind.

2.4.1 Hydrologie und Geschiebe

Der Bach wird laut WLV als murfähig eingestuft. Der 100-jährliche Hochwasserabfluss HQ₁₀₀ wurde laut Angabe der WLV auf 6,7 m³/s geschätzt, während das katastrophenrelevante Geschiebepotential 5.000 m³ beträgt, das durch Ausräumen des Bachlaufes und Nachböschungsprozesse im Mittelhang entsteht. Der Basisabfluss von 1 – 3 l/s wurde in einer regenfreien Sommerperiode 1999 mittels Salztracer-Messung gemessen.

2.4.2 Verbauungsgeschichte

Bis zum Bauprojekt 1993 des BBA, in dem das Ausschotterungsbecken mit 1.500 m³ Inhalt auf 860 müA., sowie die anschließende Regulierung des Abflussquerschnitts

mit Anordnung von 6 Sohlgurte gegen Sohleintiefung bis zur Bachdurchführung unter dem Gemeindeweg hergestellt wurden, war der Zwieslingbach praktisch unverbaut. Ab der Rohrdurchführung Lienzerstraße bis zur Versickerung vor dem Radweg wird der Bach als Dammgerinne in Betonhalbschalen (50 cm Breite) geführt.

2.4.3 Aktuelle Situation

Eine schadlose Abfuhr der Hochwasserwelle kann in der momentanen Situation dem Zwieslingbach nur bis zur Querung Gemeindeweg bescheinigt werden. Im anschließenden Abschnitt, wo der Bach knapp an der Siedlungsgrenze verläuft, verringert sich der z.T. verwachsene Fließquerschnitt kontinuierlich (eine Furt quert den Bach) bis zur Rohrdurchführung Lienzerstraße in Nußdorf (\varnothing 1 m, derzeit 50% versandet). Dieser Rohrdurchlass, welcher sehr verlegungsanfällig ist, sowie der Bereich bachauf, weisen unzureichende Abflusskapazität für schadlose Hochwasserabfuhr auf. Überschwemmungen im Siedlungsgebiet Nußdorf, selbst bei Ereignissen kleiner als das Bemessungsereignis im Einzugsgebiet des Zwieslingbachs, sind sehr wahrscheinlich. Bachabwärts der Lienzerstraße ist es aus den oben genannten Unzulänglichkeiten in der momentanen Situation wenig wahrscheinlich, dass der volle Abfluss das Dammgerinne erreicht (siehe Abbildung 3).

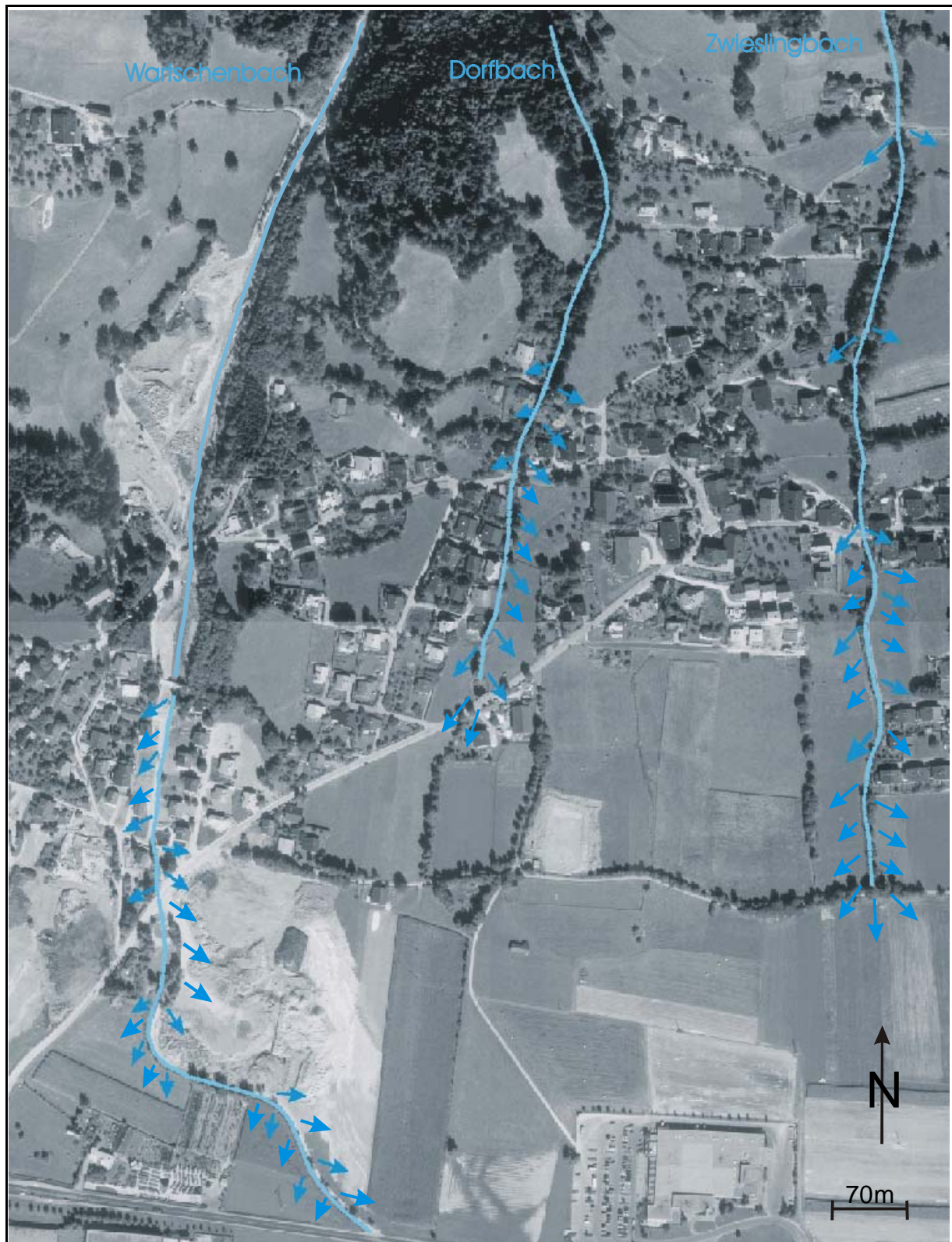


Abbildung 3: Ausuferungsbereiche in den Bächen des Projektes

Wie obige Abbildung sehr demonstrativ veranschaulicht, bestehen im Siedlungsraum gegenwärtig mehrere Bereiche in den oben beschriebenen Bächen, deren Abflusssituation für den Hochwasserfall dringend einer Lösung bedarf.

2.5 Ereignischronik

Angaben laut FTD f. WILDBACH- und LAWINENVERBAUUNG, Gbl. Osttirol (1998).

2.5.1 Chronik Wartschenbach

1879	Murgang zerstörte Wald und Felder und beschädigte Straßen und Brücken.
1882	Großer Murgang wie 1879.
1966	Ein linksufriger Bachausbruch bei hm 27 beschädigte 3 Wohnhäuser und übermürte Wiesen und Felder. Die Bundes- und ehemalige Landesstraße wurde auf je 100 m vermurt.
12.06.1972	117,2 mm NS/47h (Station Lienz) verursachte Hochwasser. Durchlässe wurden verstopft und Wasserflächen entstanden entlang der Bundesstraße.
19.07.1981	82,5 mm NS/24h, Vermurung von Straßen und Feldern in Debant.
06.08.1995	Um ca. 20:30 Uhr schweres Gewitter mit Hagelschlag über dem nordöstlichen Teil des Einzugsgebietes. Es wurden in etwa 40.000 m ³ Geschiebe mobilisiert, wobei ca. 25.000 m ³ im Ablagerungsbecken am Schwemmkegelhals abgelagert wurden. Es wurden 16 Häuser der Wartschensiedlung und ein Bauhofareal stark beschädigt.
1996	Örtliche Überflutung der Gärtnerei „Tschapeller“ an der Bundesstraße B100. Furt zur Hofzufahrt „Jaggler“ am Nußdorfer Berg durch Geschiebeauflandung verlegt.
25.07.1997	Hofzufahrt „Jaggler“ unterbrochen, ca. 5000 m ³ Geschiebe im Rückhaltebecken III und ca. 1000m ³ Feingeschiebe im Absetzbecken eingetragen.
16.08.1997	Starkregen mit Hagelschlag verursachte im westlichen Quellbach einen Hochwasserabfluss, welcher einen Murgang mit 45.000 m ³ Material induzierte. 14 Wohnobjekte in der Wartschensiedlung und ein Bauhofareal wurden eingemurt.
06.09.1997	Starkregen mit Hagelschlag löste ein Murereignis aus, welches 35.000 m ³ Murmaterial am Schwemmkegel zur Ablagerung brachte. 5 Wohnhäuser der Wartschensiedlung sowie das Bauhofareal „Bachlechner“ wurden erneut vermurt.
7.10.1997	Auflandung des Rückhaltebecken III mit 5000m ³ Feingeschiebe.
27.7.1999	Geringer Niederschlag im gesamten Bacheinzugsgebiet löst im Unterlauf einen Verkläusungsbruch aus. Das Material (ca. 30.000m ³) zufolge Bachbetauflandung seit Ereignis Sept. 1997 und Hangnachbrüchen, wird zwischen den Hofzufahrten „Jaggler“ und „Wartscher“ (1020 – 980 müA.) erodiert und kommt in den 3 RHB der Wartschensiedlung zur Ablagerung. Keine Schäden an Wohnobjekten.

Tabelle 2: Ereignischronik Wartschenbach

Die Ereignischronik zeigt, dass seit dem Katastrophenereignis vom 06.08.1995 die Schadensereignisse gehäuft auftreten. Die derzeit erhöhte Disposition des Wildbaches gegenüber Schadereignissen resultiert aus der Tiefenerosion seit dem Murgang von 1995 von bis zu 8 m (FTD f. Wildbach- und Lawinerverbauung, GBL OSTTIROL 1998) in Bachabschnitten mit reliktschen Grabenverfüllungen. In den orographisch links- und rechtsufrigen Grabeneinhängen sind seither die Nachböschungsvorgänge voll im Gange und bewirken entsprechend hohe Geschiebebereitstellung und mögliche Initialzündungen durch größere Hangrutschungen für weitere Murenereignisse.

2.5.2 Chronik Dorfbach

4.11.1966	<p>1) Rutschung zwischen 1150 – 1200 müA. entstanden, jedoch nicht abgegangen. Die Gefahr des Ausbruches in Richtung Wartscher jedoch gegeben. Keine Muren von oberhalb durch den Bach abgegangen, jedoch viel Wasser mit etwas Geschiebe.</p> <p>2) Bach bei Haus Singer rechtsufrig ausgebrochen. Die Felder unterhalb der Nußdorfer Landesstraße bei Abele wurden vermurt (aufwendige Räumung). Geschiebeherd war unterhalb des Zusammenflusses der Quellbäche (ca. 900müA) entnommen und im Bachbett der Flachstrecke oberhalb des Hofes abgelagert.</p>
------------------	--

Tabelle 3: Ereignischronik Dorfbach

Lokale, kleinere Blattanbrüche im Wald und auch in den Feldern kommen fast jährlich vor. Katastrophenereignisse vor 1966 sind nicht bekannt.

2.5.3 Chronik Zwieslingbach

1872	Unternußdorf wurde teilweise vermurt. Einige Höfe wie der Tondl- und
-------------	--

	Meißnerhof wurden arg betroffen.
1882	
1917	Murereignis geringeren Ausmaßes als 1872.
1965	
1966	
1989	Gewitter im Mittellauf verursacht Verklausung und Vermurung des Durchlasses des Gemeindeweges.
2.10.1993	Hochwasser nach Landregen: Bachräumung war erforderlich.

Tabelle 4: Ereignischronik Zwieslingbach

Sucht man nach zeitgleichen Eintragungen in den Chroniken, so findet sich in allen Gebieten bloß das vage beschriebene Ereignis von 1966 (siehe Abbildung 4). Weiter wurden noch bei Wartschenbach und Zwieslingbach das Ereignis von 1882 ohne Details erwähnt.

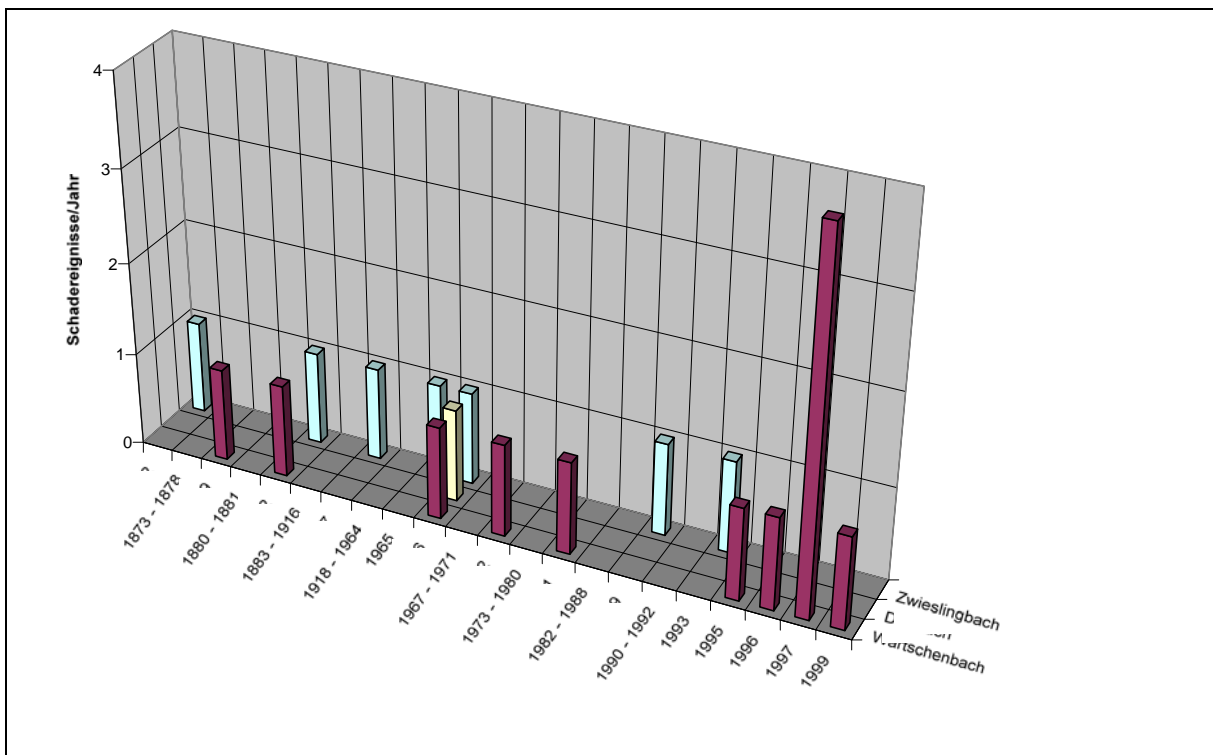


Abbildung 4: Grafische Zusammenfassung der Chroniken

3 Hydrologie

3.1 Ermittlung der Niederschlagsganglinien (Hyetograf)

Der Niederschlag ist eine der wichtigsten Eingangsgrößen in jedes Niederschlag-Abfluss-Modell. Bereits für das Vorprojekt „Hydrologische Studie Wartschenbach, WLS Report 19) wurden für eine Jährlichkeit $T_n=100$ und verschiedene Dauerstufen Niederschlagsganglinien ermittelt ($h_{N100, \text{bisher}}$). Für dieses Projekt (WLS Report 49) wurde den Simulationen aufgrund Anregung des Hydrografischen Dienstes Tirol zusätzliche Niederschlagsreihen ($h_{N100, \text{mod}}$) zugrundegelegt (siehe

t_n [min]	10	15	30	60	120	180	360
$h_{n100 \text{ bisher}}$ [mm]		43.5	45.1	48	56	63	80
$h_{n100 \text{ mod}}$ [mm]	34.4	51.6	69.9	88.4	107.0	117.8	136.3

Tabelle 6: 100 jährliche Bemessungsniederschläge verschiedener Dauer

Aufgrund einer bisher nicht vorliegenden Publikation (LORENZ & SKODA 2000) ergaben sich neue Gesichtspunkte in der Wahl des Bemessungsniederschlags. In dieser Arbeit werden Extremniederschläge P_{max} flächendeckend für ganz Österreich an Gitterpunkten (Grid 1,5 x 1,5 km) mit verschiedener Jährlichkeit und Dauer berechnet. P_{max} repräsentiert dabei das Maximum eines Gridelementes und nicht einen möglichen Wert an einer ausgewählten Stelle im Grid (LOVEJOY et al. 1986). Punktdaten von Niederschlägen sind erfahrungsgemäß nicht direkt als Gebietsniederschlag zu verwenden. Sie müssen nach verschiedenen Kriterien abgemindert werden, wobei ein häufig verwendeter Ansatz aus der Literatur (COURT, 1961; FOUFOULA-GEORGIU et al., 1990) zur Anwendung kam:

Der mittlere Niederschlag P [mm] eines Starkniederschlagsereignisses in Abhängigkeit von der Niederschlagsfläche A [km²], bezogen auf ein Niederschlagmaximum am Gitterpunkt P_{max} [mm] folgt für vorgegebene Dauerstufe D [min] und Wiederkehrzeit T_n [Jahre] in allgemeiner Form

$$P = P_{\text{max}}(T_n) \exp(-k A^n) \quad (1)$$

wobei k und n empirisch zu bestimmende Parameter sind. Gemäß Literatur (COURT 1961; FOUFOULA-GEORGIU et al. 1990) wurde in Übereinstimmung mit ZELLER (1981) eine ‚sanfte‘ Reduktion gewählt:

$$k = 0,19 D^{-0,56} \quad (2), \text{ mit } n = 0,5$$

Diese Annahme ist bei Vorliegen überwiegend kleiner Einzugsgebiete berechtigt. Für das vorliegende Projektgebiet stellt sich der maximale und abgeminderte Niederschlag wie folgt dar (siehe Abbildung 5):

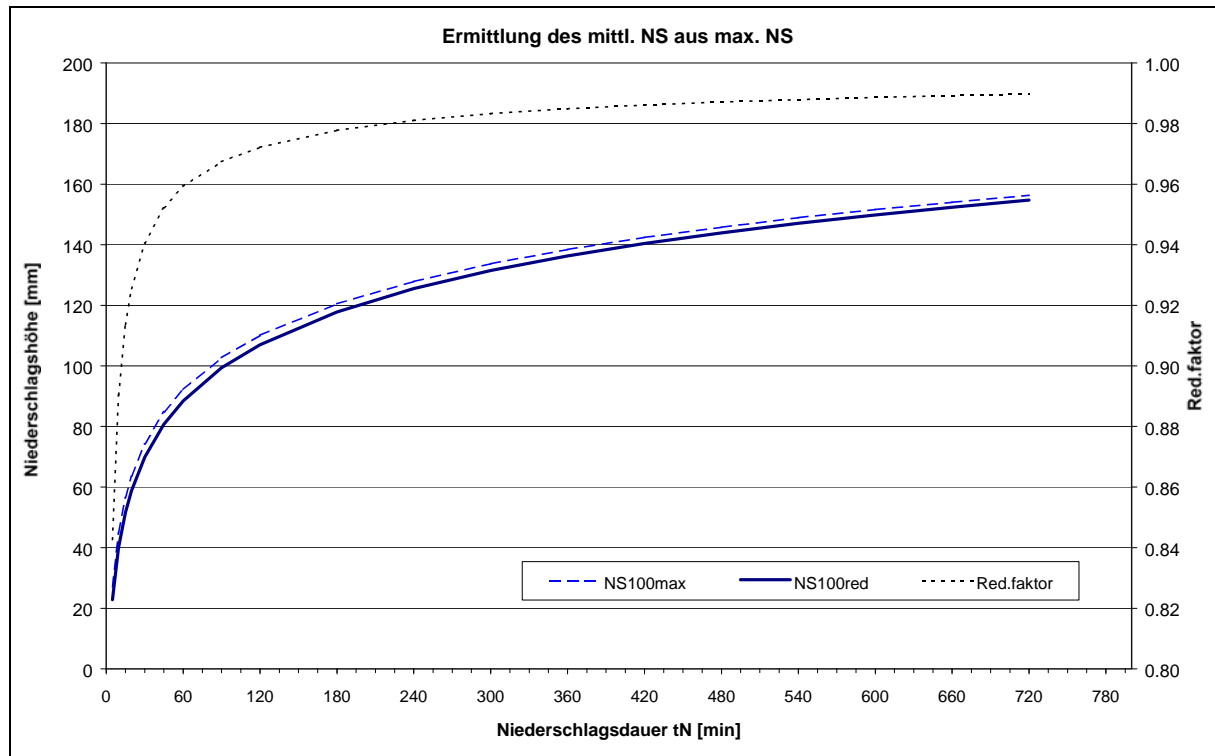


Abbildung 5: Gebietsniederschlag durch Reduktion von Punktniederschlägen

Eine Zusammenschau verschiedener Niederschlagsdaten soll einen Größenvergleich bei unterschiedlicher Ereignisdauer bieten:

- Starkniederschlagsdaten für das Draueinzugsgebiet im Zeitraum von 1948 – 1991 wurden von GUTKNECHT und WATZINGER (1996) analysiert. In dieser Studie wurde, ausgehend von 2025 Beobachterwerten und 1046 Schreiberwerten, die Regressionsgerade und 95%-Umhüllende des Datenkollektivs berechnet.
- Weltweit beobachtete Extremniederschläge der WMO (WMO, 1973) verschiedener Dauer
- Laut WLS Report 19 erhobene Starkniederschläge nach Kriterium von SCHIMPF (Jährlichkeit $T_n = 100$ und $T_n = 150$) und Auswertung nach GUMBEL ($T_n = 100$, $T_n = 150$)
- Station Zettersfeld: Auswertung Sommerniederschlags Ereignis 15.8.98
- Gebiets-NS ($T_n = 100$) lt. LORENZ & SKODA: für das Projektgebiet reduziert

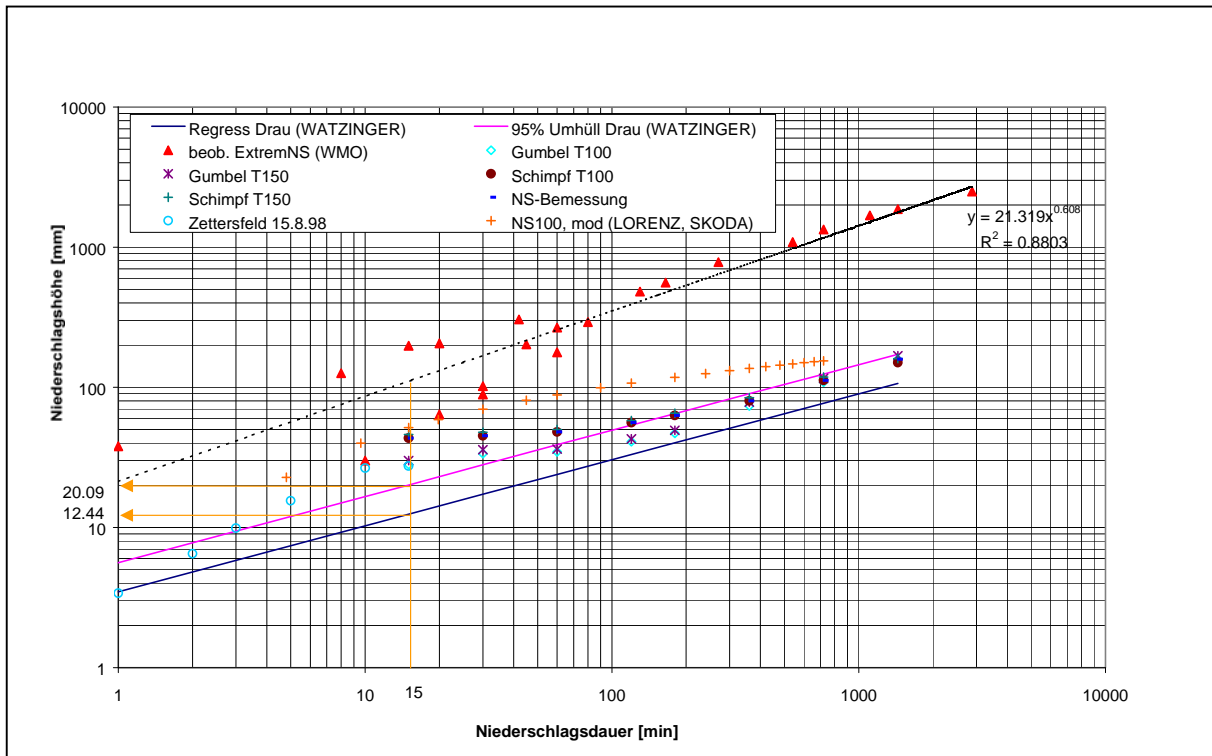


Abbildung 6: Vergleich verschiedener Extremniederschläge im Drau- bzw. Zetttersfeldgebiet

Abbildung 6 zeigt, dass die modifizierten Werte ($NS_{100, \text{mod}}$) deutlich über den bisher verwendeten Niederschlägen (NS Bemessung) liegen. Eine Überprüfung der modifizierten Daten mit ausgewerteten Messdaten ist bei der Jährlichkeit (T_n) 100 aufgrund begrenzter Messzeitreihen (ca. 40a) nicht möglich. Der Bereich, den die an PMP (probable maximal precipitation) grenzenden WMO-Daten einschließen, wird jedoch durch die modifizierten Werte ($NS_{100, \text{mod}}$) nicht berührt.

Wie Schadensberichte aus jüngster Vergangenheit und Abschnitt 2.5 zeigten, sind es die sommerlichen Kurzzeitereignisse, die maximale Abflussspitzen erwarten lassen. Abbildung 7 zeigt die absolute Verteilung der beobachteten Ereignisse über den Dauerstufen im Draugebiet (GUTKNECHT & WATZINGER 1996).

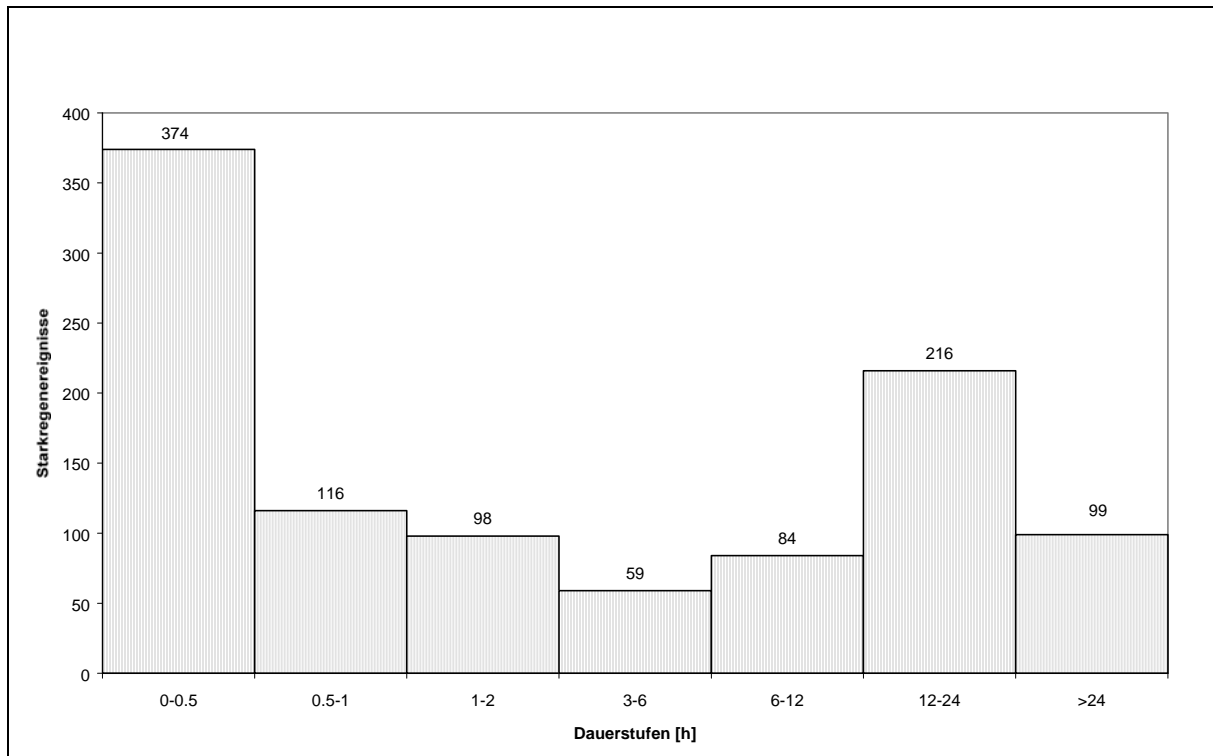


Abbildung 7: Absolute Verteilung Niederschlags-Ereignisse über die Dauerstufen (GUTKNECHT & WATZINGER 1996)

Schauerzellen, wie sie häufig bei Konvektionsgewittern auftreten, haben jedoch keine große Flächenausdehnung, womit die gleichmäßige Überregnung des Gesamtgebiets (4,7 km²) mit Maximalwerten fragwürdig ist. Hinzu kommt noch die Abhängigkeit des Niederschlags von der Höhe, wodurch sich im Bearbeitungsgebiet, das eine Höhererstreckung von ca. 700 müA. bis 2000 müA. aufweist, ein zusätzlicher Unsicherheitsfaktor in der Bemessung des Niederschlages hinzukommt.

Das Bearbeitungsgebiet teilt sich, entsprechend der im Projekt zu behandelnden Bäche, in drei hydrologische Teileinzugsgebiete. Für das hundertjährige Ereignis ist es unwahrscheinlich, dass alle drei Gebiete gleichzeitig mit dem hundertjährigen Niederschlag überregnet werden. Daher wurden folgende Szenarien durch verschiedene Konstellationen der drei Teileinzugsgebiete Wartschenbach, Dorfbach und Zwieslingbach in Übereinstimmung mit den Projektauftraggebern für den hundertjährigen Niederschlag festgelegt (Tabelle 5).

Szenario	Betroffenes Gebiet	Bemessungsniederschlag
Flächig	Wartschenbach, Dorfbach, Zwieslingbach	$h_{N100, \text{mod}}$; $h_{N100, \text{bisher}}$
Schauerzelle 1	Wartschenbach	$h_{N100, \text{mod}}$; $h_{N100, \text{bisher}}$
Schauerzelle 2	Dorfbach, Zwieslingbach	$h_{N100, \text{mod}}$; $h_{N100, \text{bisher}}$

Tabelle 5: Niederschlagsszenarien

3.2 Bemessungsniederschläge

Für die Arbeit mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell werden folgende Bemessungsniederschläge mit der Jährlichkeit 100 jedem Szenario zugeordnet. In Tabelle 6 wird für verschiedene Regendauern (t_n) die entsprechende Niederschlagssumme gemäß WLS-Report 19 ($h_{N100, \text{bisher}}$) bzw. die erhöhten Niederschläge lt. LORENZ & SKODA ($h_{N100, \text{mod}}$) angeführt.

t_n [min]	10	15	30	60	120	180	360
$h_{n100 \text{ bisher}}$ [mm]		43.5	45.1	48	56	63	80
$h_{n100 \text{ mod}}$ [mm]	34.4	51.6	69.9	88.4	107.0	117.8	136.3

Tabelle 6: 100 jährliche Bemessungsniederschläge verschiedener Dauer

Wie sich aus den Daten obenstehender Tabelle unschwer ablesen lässt, besteht eine nennenswerte Diskrepanz zwischen den errechneten Niederschlags-Werten, dessen Maximum bei der Dauer von 60' auftritt. Da im Untersuchungsgebiet, vor allem im alpinen Bereich, keine langjährige Messreihe (mind. 30a) von Niederschlagsdaten vorliegt, ist keine Unterstützung durch Messdaten bei der Annahme von Bemessungsniederschlägen möglich. Wie unter Kapitel 3.1 beschrieben, soll diesem Mangel künftig mittels eines neuen Hilfsmittel begegnet werden. Wie SKODA (mündliche Mitteilung) selbst einräumt, sind die neuen Werte gemäß dem Verfahren höher, als herkömmlich nach SCHIMPF berechnete Werte.

Die Lösung der Frage des *richtigen Bemessungsniederschlages* wird letztendlich von der Bereitschaft der zuständigen Behörden abhängen, den Unsicherheiten bei der Planung und dem Umgang mit Naturgefahren Rechnung zu tragen.

3.3 Niederschlag-Abfluss-Simulation

3.3.1 Allgemeines

In Situationen, wo für die Berechnung von Bemessungsabflüssen bestimmter Jährlichkeiten keine langjährigen Messreihen aus dem Einzugsgebiet vorliegen, werden in der Hydrologie vermehrt hydrologische Modelle unterschiedlichen Konzeptions- und Detailierungsgrades zur Ermittlung des Abflusses verwendet. Die Vertretbarkeit der somit gewonnenen Ergebnisse kann nur durch Referenzmessungen aus dem jeweiligen Einzugsgebiet erreicht werden. Liegen solche Messungen nicht vor, ist eine grobe Abweichung der Realität, besonders bei großen Jährlichkeiten (100-jährliches Ereignis) sehr wahrscheinlich, denn jedes hydrologische Modell benötigt eine Eichphase. Im vorliegenden Fall waren für die betreffenden Bäche (Wartschenbach, Dorfbach und Zwieslingbach) keine gemessenen Niederschlag – Abflussverhältnisse vorhanden und waren im Projekt auch nicht vorgesehen.

Als logische Konsequenz ist zu folgern, dass die nachstehenden Simulationsergebnisse *lediglich als Schätzwerte* anzusehen sind und **keinen Anspruch auf Vollständigkeit der Gebietsbeschreibung** erheben können.

3.3.2 NASIM

3.3.2.1 Generelles

NASIM (**N**iederschlag-**A**bfluss-**S**imulation) ist ein deterministisch hydrologisches Modell der Firma HYDROTEC (Aachen) zur kontinuierlichen Simulation der Wasserbilanz. Landnutzung, Bodenbeschaffenheit, Gebietsgefälle sowie Gebietsform bestimmen die wesentlichen Parameter des Modells, wobei folgende Leistungsmerkmale umfasst werden:

- Einzelereignisse und Langfristsimulation
- geschlossene Wasserbilanz
- räumlich differenzierte Niederschlagsverteilung
- Bodenfeuchtesimulation
 - Untergliederung der Teileinzugsgebiete in Elementarflächen
 - Berücksichtigung von Bodenschichten
 - Berücksichtigung bodenphysikalischer Kennwerte

- Annahme einer nicht linearen Funktionalität zwischen Zustandsvariable (Bodenfeuchte) und Prozessvariable (z.B. Infiltration)
- Schneehydrologie mit erweiterter Dokumentation der schneehydrologischen Prozesse
- Anbindung an Hydraulik
- Grundwasserneubildung

NASIM bietet die Möglichkeit, die wesentlichen Aufgaben der deterministischen Hydrologie mit einem einzigen Modell zu bearbeiten. Durch die Abbildung der wesentlichen Teilkomponenten des hydrologischen Kreislaufs und entsprechende programmtechnische Steuerungsoptionen ist es möglich, sowohl Kurz-, Mittel- als auch Langzeitsimulationen durchzuführen. Die auf verfügbaren und physikalisch begründeten Eingabedaten basierende Ermittlung des Bodenwasserhaushaltes gestattet gesicherte Modellkalibrierungen. Unsicherheiten aus falschen Randbedingungen werden durch die Möglichkeit mittel- bzw. langfristiger Simulationen vermieden bzw. vermindert. Durch die variable Zeitschrittkonzeption wird die Flexibilität des Modells erhöht.

Folgende wasserwirtschaftliche Aufgabenstellungen können mit NASIM bearbeitet werden:

- (i) Bereitstellen von Grundlagendaten
 - für interessierende Planungsräume
 - für interessierende Gebietszustände
 - für interessierende Belastungen (Extremereignisse, Klimaveränderungen,..)

- (ii) Ermittlung von Kennzahlen und ökologisch interessanten Kennwerten für den Abfluss ins Gewässer
 - H_{q_x} , MQ, N_{q_x}
 - MQ/NQ
 - Dauerlinie Q

- (iii) Ermittlung von ökologisch interessanten Kennwerten für das Gewässer-Vorland-System
 - Überstauhäufigkeiten
 - Bilanzgrößen

- (iv) Ermittlung von Bilanzwerten für Wasserhaushaltsbetrachtungen
 - GW-Neubildung
 - Verdunstung
 - Abfluss pro Monat, Jahr, ...

- (v) Kontrolle und Ergänzung von Messwerten für
 - Niederschlag
 - Lysimeter
 - GW-Entnahmen
 - Pegel

Der Aufbau des Modells gliedert sich in folgende Bereiche (vgl. Abbildung 8):

- Belastungsbildung (Regen und/oder Schneeschmelze)
- Belastungsverteilung (Gebietsniederschlag)
- Belastungsaufteilung in Versickerungs-, Verdunstungs- u. Abflussanteil
- Abflusskonzentration (Transport u. Verzögerung der Abflussanteile)
- Translation der Abflusswelle (Gerinneretention)

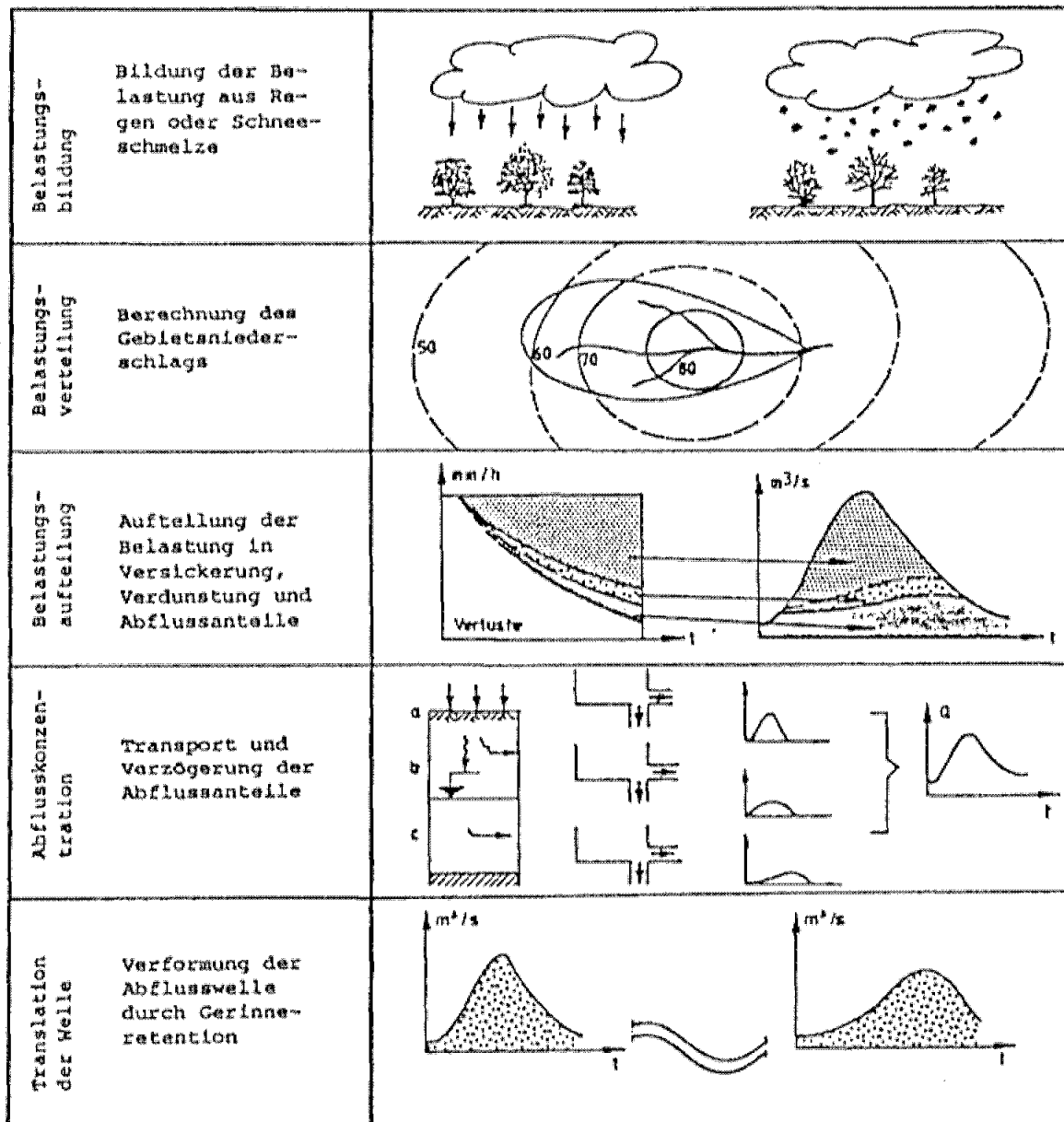


Abbildung 8: Struktureller Aufbau des Simulationsmodells NASIM (HYDROTEC 1991)

Der Simulation liegen folgende Teilprozesse und Arbeitsschritte zugrunde:

Teilprozess	Arbeitsschritte
Niederschlag	Punkt- bzw. Stationsniederschlag Gebietsniederschlag
potenzielle Verdunstung	Gebietstemperatur potenzielle Gebietsverdunstung
Schneeschemelze	Schneefall, Schneesetzung, Schneeschemelze
Interzeption	Vegetation Versiegelte Fläche
Infiltration, aktuelle Evapotranspiration, Exfiltration, Direktabfluss	Bodenwasserhaushalt, durchwurzelte Bodenschicht

(Oberflächenabfluss, Interflow)	Wasserhaushalt nicht durchwurzelte Schicht
Oberflächenabfluss	Translation u. Retention für Oberflächenabfluss von unversiegelten Flächen von versiegelten Flächen von kanalisiert versiegelten Flächen
Interflow	Translation und Retention
Basisabfluss zum nächsten Vorfluter	Translation und Retention
Gerinneabfluss	Abfluss in offenen Gerinnen Abfluss in Kanälen Speicher Verzweigungen, Zusammenflüsse Anthropogene Wasserentnahmen Anthropogene Zuflüsse
Grundwasser	Grundwasserabfluss Anthropogene Wasserentnahmen Anthropogene Zuflüsse

Tabelle 7: Teilprozesse und Arbeitsschritte im Simulationsablauf (HYDROTEC 1991)

3.3.2.2 Aufbau des Systemplans

Das Einzugsgebiet wird in Teileinzugsgebiete, diese wiederum in einzelne Systemelemente unterteilt. Die Formen der Systemelemente werden im Modell geometrisch vereinfacht mittels unregelmäßigen Trapezen bzw. Dreiecken dargestellt. Jedem Systemelement werden einzelne Elementarflächen, denen jeweils genau eine Landnutzungsform (z.B. Vegetationstyp) und eine Bodenart zugeteilt wird, zugeordnet. Die einzelnen Elementarflächen werden als Prozentsatz des Flächenanteils am Systemelement, nicht jedoch in ihrer Lage zueinander definiert.

3.3.2.3 Belastungsbildung aus Regen oder Schneeschmelze

Sämtliches Wasser, das versickert, oberflächenhaft abfließt oder in Interzeptionsspeichern aufgefangen wird, wird als flächenhafte Belastung bezeichnet. Die Berechnungen beginnen mit dem auf der Geländeoberfläche auftreffenden Niederschlag. Die Berechnung des Abflussprozesses erfolgt entsprechend den Fließwegen des Wassers. Das bedeutet, dass die Simulation bei der Ermittlung der Abflüsse jeweils aus den Systemelementen beginnt. Die Berechnung der Wellenverformung in den Transportstrecken schließt sich an. Die Reihenfolge der Berechnungen wird aus dem Systemaufbau des Transportelementnetzes (Systemplan) abgeleitet.

3.3.2.4 Belastungsaufteilung in Versickerung, Verdunstung und Abflussanteile

Das im NASIM zur Simulation des Bodenwasserhaushalts verwendete Modell ist vom Ansatz her ein konzeptionelles deterministisches Simulationsmodell. Die Berechnungen erfolgen für diskrete Zeiträume, Flächen und Schichten, wobei die Verwendung mehrerer Bodenschichten möglich ist. Verwendet werden physikalische Eingangswerte. Die Simulation der Bodenwasserbewegung wird über eine Bilanzierung erreicht. Die zugrunde liegende Bilanzgleichung beschreibt die nachfolgend angeführten Prozesse:

- **Infiltration**
Die Abbildung der Infiltration erfolgt mittels der Gleichung von HOLTAN (in MANIAK 1988), da sie die Bodenfeuchte als Parameter und nur einen empirischen Term benutzt.
- **Perkolation**
Die Perkolation wird vereinfacht nur mit dem Gravitationspotential berechnet, da eine Einbeziehung der Saugspannung zur Nichtlinearität der Differentialgleichung führt und hierfür keine analytische Lösung bekannt ist. In Anlehnung an die Gleichung von BEAR (1988) wird die ungesättigte Leitfähigkeit als Potenzfunktion mit der Bodenfeuchte als Parameter berechnet.
- **Aktuelle Evapotranspiration**
Die Abbildung der Evapotranspiration erfolgt nach dem Ansatz von OSTROWSKI (1992), der die Bodenfeuchte und die Feldkapazität des Bodens als Parameter benutzt.
- **Interflow**
Der Interflow wird nach dem gleichen Ansatz wie die Perkolation berechnet. Vertikale und horizontale gesättigte Leitfähigkeit werden als gleich angenommen.
- **Kapillarer Aufstieg**
Es wird davon ausgegangen, dass ein Kapillaraufstieg nur in die unterste Bodenschicht vorliegt und dass seine Intensität linear von der Bodenfeuchte abhängt.

3.3.2.5 Abflusskonzentration

Der Interflow erfolgt durch oberflächennahe Mikrorinnen oder Makroporen. Interflow entsteht, wenn die Niederschlagsbelastung größer als die potentielle Infiltration in die obere Bodenschicht ist. Begrenzt wird der Interflowstrom durch die Abflusskapazität

der oberflächennahen Poren. Der Interflow wird einer Translation unterworfen, welche durch die Verschneidung des Interflowstromes mit der Gebiets-Zeitflächenfunktion erfasst wird. Für den Oberflächenabfluss wird eine Variante des Isochronen-Verfahrens mit nachfolgender Retention verwendet. Wegen der Schwierigkeiten bei der Schätzung der Isochronen wird durch vereinfachte Annahmen für die Gebietstopographie ein objektives Verfahren zur Berechnung des Zeitflächendiagramms verwendet. Dies ermöglicht eine numerisch einfache Berechnung der Systemfunktion, die jedoch die Gebietseigenschaften in stärkerem Maße berücksichtigt als reine Übertragungsfunktionen. Das Systemelement wird durch einen linken und einen rechten Hang sowie gegebenenfalls durch eine Übertragungsfläche (Zwickel) zwischen diesen Hängen beschrieben. Für die Hänge und das Gerinne - repräsentiert durch je einen mittleren Querschnitt - werden mittlere Fließgeschwindigkeiten geschätzt. Daraus können Isochronen als Grundlage für die Zeitflächenfunktion bestimmt werden.

3.3.2.6 *Wellenverformung*

Im NASIM wird zur Berechnung der instationären Hochwasserabläufe in offenen Gerinnen und Kanälen das hydrologische Verfahren nach KALININ-MILJUKOV (in MANIAK 1988) verwendet. Der Grundgedanke des Verfahrens besteht darin, eine eindeutige Beziehung zwischen dem Abfluss und dem zugehörigen Wasservolumen für rechnerisch festzulegende Gerinneabschnitte zu finden. Da das KALININ-MILJUKOV-Verfahren konstante geometrische Bedingungen in der Längsentwicklung für die einzelnen Berechnungsabschnitte vorsieht, werden die Unstetigkeiten mit einem Korrekturfaktor erfasst. Dieser berücksichtigt u.a. Korrekturen des Sohlgefälles, Variationen der Profile in der Längsentwicklung und Krümmungsverluste.

Aufbauend auf der Datenbasis gemäß WLS Reports 19 (HÜBL et al. 1998), wo für den Wartschenbach das hydrologische Modell bereits implementiert war, wurde das hydrologische Modell Wartschenbach modifiziert und die entsprechenden Modelle für Dorf- und Zwieslingbach neu entworfen. Die Gliederung des Einzugsgebiets erfolgt durch Definieren von Systemelemente mit homogenen Boden- und Fließseigenschaften. Die Systemelemente werden im Systemplan entsprechend der Fließwegigkeiten verkettet.

In den folgenden Ergebnistabellen werden die Szenarien mit modifizierten Bemessungsniederschlägen mit 10b, 15b, 360b (b für Blockregen) und die Bemessungsniederschläge lt. WLS Report 19 (HÜBL et al. 1998) mit 15e, 30e, 360e (e für endbetonter NS) bezeichnet. Simulationsbeginn ist stets 12:00.

3.4 Simulationsergebnisse

3.4.1 Wartschenbach

3.4.1.1 Simulationsergebnisse

Die Simulationsergebnisse des hydrologischen Modells Wartschenbach, hinsichtlich Höhe und Zeitpunkt des Spitzenabfluss (Q_{\max}) sowie der Abflussfracht, sind für die Bezugspunkte Querung – Faschingalmbrücke und Schwemmkegelhals in Tabelle 9 angeführt. Das hydrologische Modell berücksichtigt die 3 RHB am Zettersfeld.

Block-NS [min]	Abfluss Q_{\max} [m ³ /s]		Konzentrationszeit t_c [hh:min]		Fracht [in 1000 m ³]		Abflusskoeff. [%]
	Faschingalmbr.	Schwemmkegelhals	Faschingalmbr.	Schwemmkegelhals	Faschingalmbr.	Schwemmkegelhals	
10b	8,0	9,0	0:29	0:41	37,5	44,2	62
15b	15,4	17,1	0:34	0:38	59,6	70,4	65
30b	17,1	18,3	0:43	0:50	70,7	80,3	55
60b	9,3	10,1	1:06	1:15	57,3	63,4	35
120b	2,5	2,5	1:59	2:13	21,0	21,5	11
180b	0,6	0,7	2:59	3:14	7,3	7,9	4
360b	0,2	0,2	5:59	6:15	5,0	5,7	2
NS endbetont							
15e	14,0	15,5	0:37	0:43	53,4	64,0	72
30e	10,2	11,5	0:48	0:57	45,4	54,1	60
60e	6,4	6,9	1:09	1:23	29,5	33,6	34
120e	3,2	3,2	1:53	2:10	12,4	12,6	13
180e	1,2	1,2	2:46	3:10	5,4	5,7	4
360e	0,3	0,4	4:59	5:35	3,2	3,6	2

Tabelle 8: NASIM Ergebnisse Wartschenbach

Bei den Szenarien mit Blockniederschlag trat das 30b-Ereignis (30 min) mit 17,1 m³/s bei der Faschingalmbrücke bzw. 18,3 m³/s Spitzenabfluss und 80.300 m³ Abflussfracht am Schwemmkegelhals (ca. bei RHB1) als größtes Ereignis auf. Der maximale Abfluss tritt 50 min nach Beginn des Niederschlages am Schwemmkegelhals auf. Hingegen weist bei den endbetonten Szenarien das 15e-Ereignis mit 15,5 m³/s und 64.000 m³ Fracht am Schwemmkegelhals das Maximum auf. Die Zeit bis zum max. Abfluss am Schwemmkegelhals beträgt nur 43 min.

3.4.1.2 Erhebungen zu „Abflussdämpfung der RHB – Kaskade“

Als wichtigen Teilaspekt der Studie galt es die Wirkung der Kaskade von 3 Rückhaltebecken am Schwemmkegelhals zu berechnen, die im Zuge der Projekte 1997 und 1998 von der WLW errichtet wurden. Eine Retentions- und Translationswirkung der Eingangswelle war zwar prinzipiell vorstellbar, jedoch fehlten Grundlagen zur Quantifizierung. Als kritisches Ereignis stellt sich gemäß Tabelle 9 das 100-jährliche 30' Block-NS Ereignis mit 18,3 m³/s und 80.300 m³ heraus. Es soll weiter auch das Maximum des endbetonten Szenarios (NS15'e) behandelt werden. Im folgenden Absatz wird die Vorgangsweise zur Abschätzung der Abflussganglinie bei einem Murgang erläutert:

(i) Retentionskapazität der RHB-Kaskade

Über Geschiebefrachten bei hundertjährigen Ereignissen können nur grobe Schätzungen aufgestellt werden. Extrapoliert man aufgrund der rückgerechneten Ereignis - Abflüsse und abgeschätzten Geschiebefrachten (angenommene Geschiebekonzentration der Ablagerungsfrachten: 55%) von den Ereignissen September 1995, August und September 1997, so ergibt sich für das Bemessungsereignis (hundertjähriger endbetonter 15' bzw. 30' Block-NS) eine hochgerechnete Geschiebefracht von 24.300 m³ bis 33.200 m³ (siehe Abbildung 9). Bei einer Reinwasser - Abflussfracht von 64.000 m³ (15'e) bzw. 80.000 m³ (30'b) entspricht das einer Geschiebekonzentration des jeweiligen Ereignisses von 27 – 30 % bzw. 27 – 29 %.

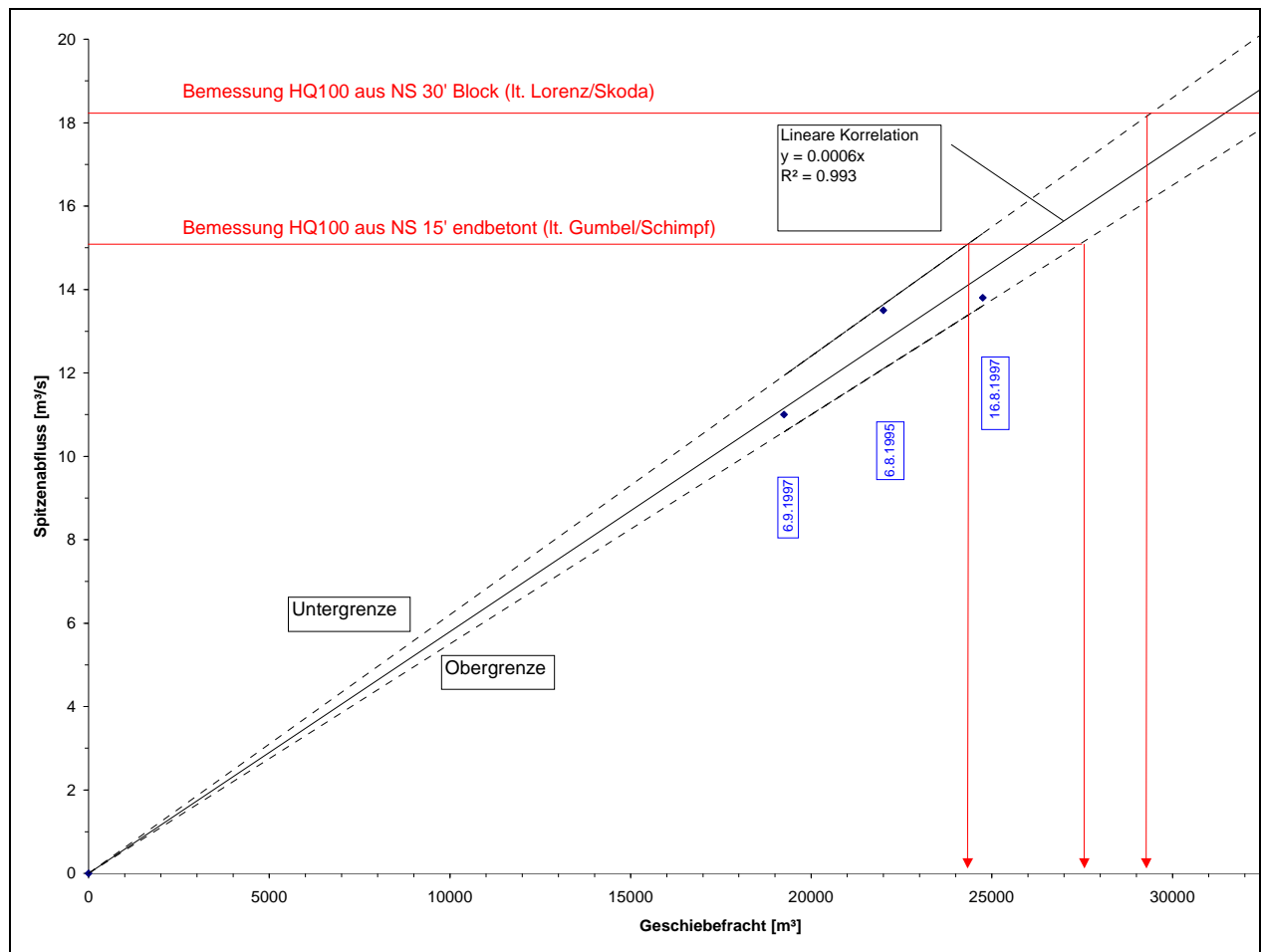


Abbildung 9: Extrapolation Geschiebefracht Wartschenbach

Das Retentionsverhalten der 3 RHB (Wasser- und Geschiebebindung für Verlandungsgefälle 0%, zusätzliche Geschieberetention für Ablagerungsbereiche zwischen den Becken) sowie die Geschiebekonzentration im abgelagerten Material des jeweiligen Beckens wird gemäß Tabelle 10 beschrieben. Die Abstufung der Geschiebekonzentration ist durch die sortierende Wirkung der Becken begründet.

RHB 1 (21.900 m³)	Nimmt Murkopf auf, unsortiert	Geschiebekonzentr. Ablagerung: 60%
RHB 2 (12.600 m³)	Restfracht + Auswaschung aus RHB 1	Geschiebekonzentr. Ablagerung: 40%
RHB 3 (5.300 m³)	Restfracht + Auswaschung aus RHB 2	Geschiebekonzentr. Ablagerung: 20%

Tabelle 9: Ablauf der Geschiebeablagerung in der RHB-Kaskade

In Abbildung 10 wird eine Bilanzierung über die Retentionskapazität aller RHB dargestellt. Bei einer momentanen Gesamt - Retentionskapazität aller 3 RHB von ca.

50.000 – 60.000 m³ (siehe Abbildung 10), würde, rein volumetrisch betrachtet, vom 100-jährlichen 30' Block-Niederschlags-Ereignis gerade der Geschiebeanteil in der RHB-Kaskade Platz finden. Praktisch gesehen stimmt diese Rechnung nicht, da sich beim Ablagerungsprozess im Ereignisfall die Komponenten Wasser und Geschiebe nicht getrennt behandeln lassen.

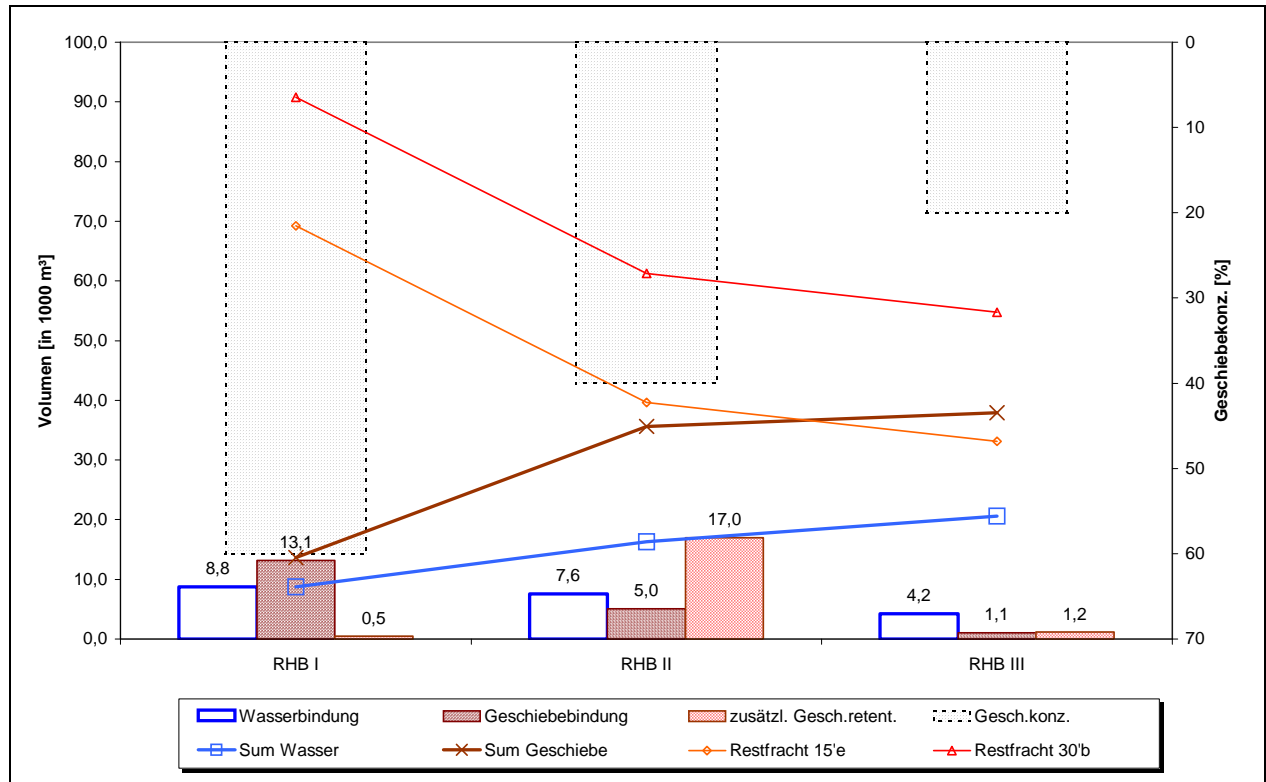


Abbildung 10: Reinwasser- und Geschiebebindung in RHB-Kaskade

Addiert man zum Reinwasser aus Tabelle 9 den Feststoff gemäß Abbildung 9 zu Gesamtfracht, so findet sich in Abbildung 10 entsprechend dem Bemessungsereignis die **Restfracht von 33.000 – 55.000 m³**. Um Schäden in der Wartschensiedlung zu vermeiden, müssen diese Restfrachten in einem weiteren Rückhalteraum schadlos abgelagert werden können.

Obige Betrachtung ergab lediglich die Fracht bei dem Bemessungsereignis. Die zeitliche Verteilung in Form einer Ganglinie wird im folgenden Kapitel abgeschätzt.

(ii) Ausflussganglinie aus RHB-Kaskade

Als Abstützung der Ergebnisse aus der Bilanzrechnung (Abbildung 10), wurde ein Abflussmodell der Rückhaltebecken-Kaskade erstellt. Mit der Software FLO 2D steht ein Werkzeug zur Verfügung, das die zweidimensionale, instationäre Simulation der

Ausbreitung von Wasser/Feststoff - Gemische ermöglicht. Mittels eines digitalen Geländemodells (GRID mit 2m Rasterweite) wurde die gesamte Kaskade der 3 Rückhaltebecken dreidimensional abgebildet. Mit der errechneten Ganglinie des NA-Modells NASIM und einer angeschätzten zeitlich variablen Geschiebekonzentration wurde der Einlauf zum RHB1 beaufschlagt. Die Zuflussganglinie von Wasser und Geschiebe, sowie deren Summenkurven sind für das kritische Ereignis (100-jährl. NS30'b) in Abbildung 11 dargestellt.

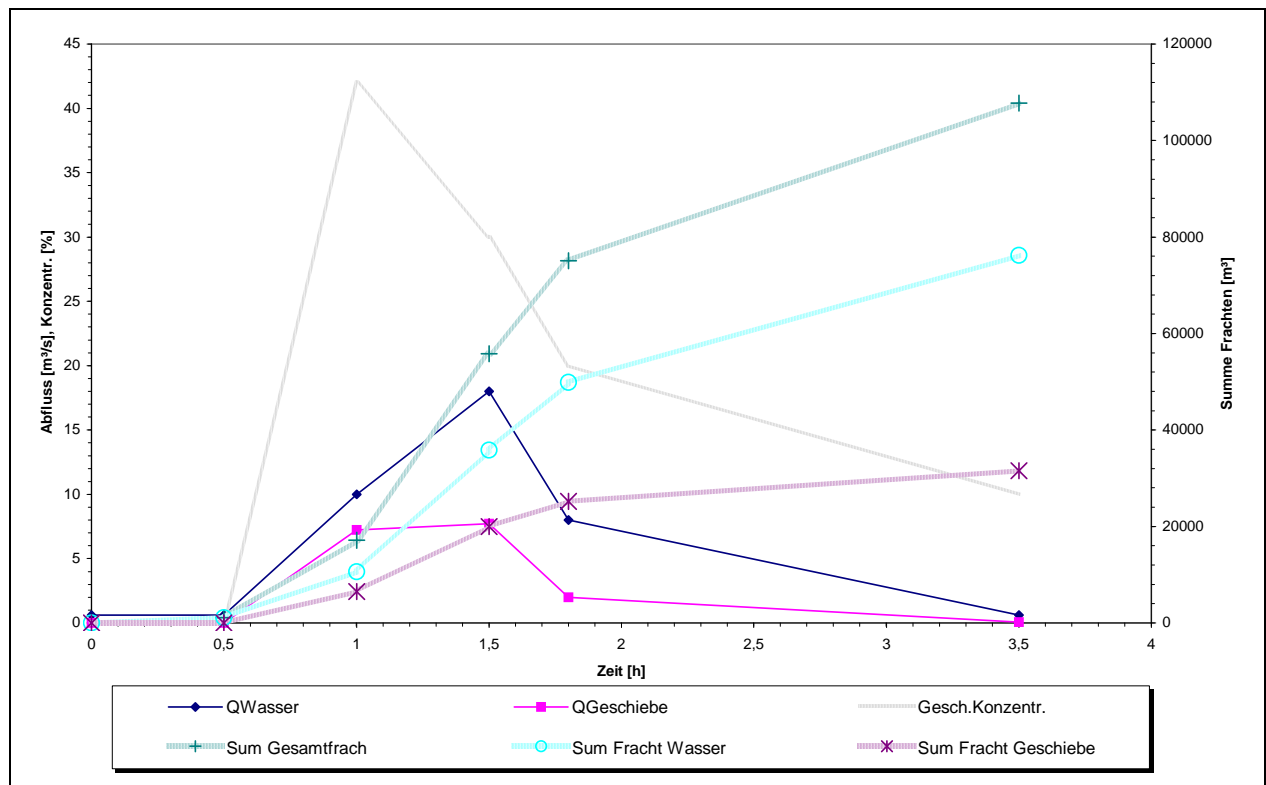


Abbildung 11: Eingangsganglinien (Szenario:100-jährl. NS30'b) für Muren -Simulation in RHB Kaskade

Das Simulationsergebnis wird in Form der Zu-, Abflussganglinie und Konzentration der Eingangswelle für das System RHB-Kaskade in Abbildung 12 dargestellt. Das Anspringen des Abflusses in der Künette nach RHB3 beginnt 0,7h (=42 min) nach Eintreffen der Welle in RHB1. Durch die Dämpfung des Abflusses zufolge der RHB-Kaskade verringert sich der Wellenscheitel, ausgehend von der Eingangswelle von 26 m³/s auf 17 m³/s beim Künettenbeginn (hm 22). Betrachtet man die Fracht, verringert sich zufolge Retention die Gesamtfracht der Eingangswelle von 106.000 m³ (29% Geschiebeanteil) auf 60.000 m³ (22% Geschiebekonzentration).

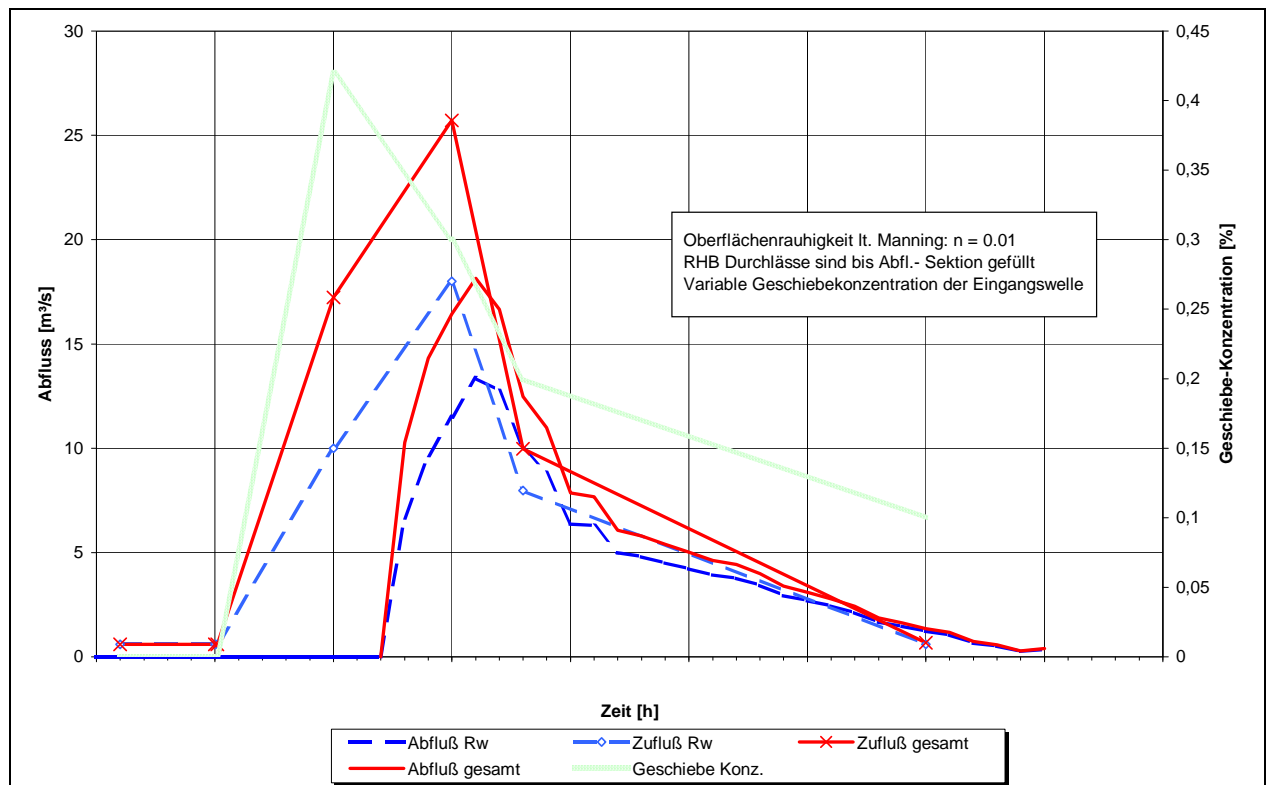


Abbildung 12: FLO 2D Simulationsergebnis für Szenario:100-jährl. NS30'b

	Spitzenabfluss	Reinwasserfracht	Geschiebefracht	Gesamtfracht
Eingangswelle	25,7 m³/s	75917 m³	30284 m³	106200 m³
Ausgangswelle	18,1 m³/s	47612 m³	12752 m³	60364 m³

Tabelle 10: Ergebnisdaten FLO2D-Simulation für Szenario:100-jährl. NS30'b

3.5 Dorfbach

Dem hydrologischen Konzeptmodell wurde ein provisorisches RHB als Systemelement SE D8000 zugefügt, das die erforderliche Geschieberetention seitens der WLIV (siehe Kapitel 1.5) vor dem Siedlungsraum Nußdorf sehr vereinfacht darstellt.

Da der im RHB befindliche Wasseranteil des Wasser/Geschiebe - Gemisches nicht mehr Abflussrelevant ist, wurde konstant mit 1000 m³ kalkuliert. Die Ergebnisse nachstehender Tabelle 13 sind auf die Bezugspunkte Zufluss RHB und Gerinneende (vor Lienzerstraße) bezogen.

Block-NS [min]	Abfluss Qmax [m³/s]		Konzentrationszeit t _c [hh:min]		Fracht [in 1000 m³]		Abflusskoeff. [%]
	Zufluss RHB	Gerinneende	Zufluss RHB	Gerinneende	Zufluss RHB	Gerinneende	
10b	10,8	10,5	0:25	0:30	23,5	22,7	62
15b	16,7	16,4	0:27	0:31	39,2	38,2	68
30b	16,8	16,6	0:38	0:42	51,1	50,1	66
60b	11,0	10,8	1:05	1:09	56,3	55,3	57
120b	2,7	2,5	2:06	2:12	52,5	51,4	42
180b	1,4	1,3	3:09	3:17	53,1	52,0	38
360b	0,9	0,9	6:10	6:20	57,4	56,5	36
NS endbetont							
15e	16,2	15,8	0:28	0:32	33,8	33,1	70
30e	13,9	13,6	0:40	0:45	32,1	31,1	64
60e	9,0	8,7	1:06	1:11	27,8	26,5	51
120e	3,7	3,5	1:58	2:04	25,1	23,3	38
180e	1,6	1,4	2:48	2:57	24,8	24,2	34
360e	0,9	0,9	5:09	5:22	30,4	28,0	32

Tabelle 11: NASIM Ergebnisse Dorfbach

Bei den Szenarien mit Blockniederschlag trat das 30b-Ereignis (30 min) mit 16,8 m³/s beim Zufluss RHB bzw. 16,6 m³/s Spitzenabfluss und 50.100 m³ Abflussfracht am Gerinneende (ca. Lienzerstraße) als größtes Ereignis auf. Der maximale Abfluss tritt 42 min nach Beginn des Niederschlages am Gerinneende auf. Genauso weist bei den endbetonten Szenarien das 30e-Ereignis mit 13,5 m³/s und 31.100 m³ Fracht am Gerinneende das Maximum auf. Die Zeit bis zum max. Abfluss am Gerinneende beträgt 45 min.

3.6 Zwieslingbach

Das bestehende Ausschotterungsbecken wurde durch das Systemelement SE Z2010 vereinfacht abgebildet. Eine konstante Wasserbindung im Speicher von 1000 m³ wurde bei allen Szenarien kalkuliert. Die Ergebnisse nachstehender Tabelle 14 sind auf die Bezugspunkte Zufluss RHB und Gerinneende (vor Radweg) bezogen.

Block-NS [min]	Abfluss Qmax [m³/s]		Konzentrationszeit t _c [hh:min]		Fracht [in 1000 m³]		Abflusskoeff. [%]
	Zufluss RHB	Gerinneende	Zufluss RHB	Gerinneende	Zufluss RHB	Gerinneende	
10b	7,3	7,1	0:15	0:24	10,1	12,5	57
15b	11,6	12,5	0:15	0:25	17,4	22,1	65
30b	9,6	11,9	0:30	0:35	22,6	28,5	61
60b	3,6	5,4	0:55	1:00	26,7	32,9	56
120b	0,4	0,6	1:55	1:55	29,7	36,4	51
180b	0,2	0,3	10:40	11:35	32,6	40,0	51
360b	0,3	0,3	12:35	13:25	37,8	47,1	52
NS endbetont							
15e	11,7	11,5	0:20	0:25	15,7	19,1	69
30e	9,3	9,5	0:30	1:04	15,7	19,2	65
60e	4,5	5,4	0:55	1:00	15,1	17,3	54
120e	1,1	1,6	1:35	1:45	17,5	18,5	51
180e	0,1	0,2	2:20	2:35	20,6	22,5	53
360e	0,1	0,2	15:50	17:05	19,1	21,9	42

Tabelle 12: NASIM - Ergebnisse Zwieslingbach

Bei den Szenarien mit Blockniederschlag trat das 15b-Ereignis (15 min) mit 11,6 m³/s beim Zufluss RHB bzw. 12,5 m³/s Spitzenabfluss und 22.100 m³ Abflussfracht am Gerinneende (ca. bei Radweg) als größtes Ereignis auf. Der maximale Abfluss tritt 25 min nach Beginn des Niederschlages am Gerinneende auf. Genauso weist bei den endbetonten Szenarien das 15e-Ereignis mit 11,5 m³/s und 19.100 m³ Fracht am Gerinneende das Maximum auf. Die Zeit bis zum max. Abfluss am Gerinneende beträgt 25 min.

3.7 Bemessungsabflüsse & Szenarioergebnisse

Die Zusammenstellung der gewählten Bemessungs-Abflüsse ist aus Tabelle 15 abzulesen. Bei allen Bächen ist, infolge ihrer Einordnung mit dem Prädikat ‚murfähig‘, im Ereignisfall mit nennenswertem Geschiebetransport zu rechnen. Daher wurden die Bemessungs – Abflüsse als Reinwasser & Sediment Gemisch angegeben.

Gebiet	Ereignis	Bemessungsabfluss [m³/s]
Wartschenbach	15e / 30b	15,5 / 18,3
Dorfbach	30e / 30b	13,5 / 16,6
Zwieslingbach	15e / 15b	11,5 / 12,5

Tabelle 13: Bemessungs - Abflüsse der einzelnen Bäche

Fasst man die Ergebnisse der Einzelgebiete (Tabelle 9, Tabelle 13, Tabelle 14) zu den Szenarien gemäß Tabelle 5 zusammen, so ergeben sich Bruttoabflussfrachten (ohne Versickerung, Verdunstung und Abfluss Wartschenbach Unterlauf), die im

zukünftigen Retentionskonzept des Talraumes behandelt werden müssen (Tabelle 16).

Szenario	Ereignis $h_{N100, \text{mod}}$	Bruttofracht [in 1000 m ³]	Ereignis $h_{N100, \text{bisher}}$	Bruttofracht [in 1000 m ³]
flächig	10b	79.4		
	15b	130.7	15e	116.2
	30b	159.0	30e	104.4
	60b	151.6	60e	77.4
	120b	109.3	120e	54.3
	180b	99.9	180e	52.4
	360b	109.3	360e	53.5
Schauerzelle 1	10b	44.2		
	15b	70.4	15e	64.0
	30b	80.3	30e	54.1
	60b	63.4	60e	33.6
	120b	21.5	120e	12.6
	180b	7.9	180e	5.7
	360b	5.7	360e	3.6
Schauerzelle 2	10b	35.2		
	15b	60.3	15e	52.2
	30b	78.6	30e	50.3
	60b	88.2	60e	43.8
	120b	87.8	120e	41.7
	180b	92.0	180e	46.7
	360b	103.6	360e	49.9

Tabelle 14: Bruttoabflussfrachten der Szenarien

4 Oberflächenwässer aus dem Siedlungsgebiet

4.1 Abschätzung der zutretenden Oberflächenwässer aus Lienzerstraße und Weidachweg

Oberflächenwässer im Siedlungsgebiet entstehen durch Niederschläge auf befestigte Flächen (Straßen, etc.) und Zufluss von nahegelegenen Grünflächen, bei denen infolge Sättigung oder Infiltrationsüberschuss Oberflächenabfluss auftritt. Kann das auftretende Oberflächenwasser nicht im dafür vorgesehenen kommunalen Regenwasserkanal abgeführt werden, entartet die Verkehrsfläche kurzzeitig zum Vorfluter. Schäden durch eindringendes Regenwasser in nahegelegene Grundstücke sind die Folge. Laut Anrainerberichte kommt es bei den sommerlichen Starkniederschlägen immer wieder zu stärkerem Oberflächenabfluss durch Überlastung der Regenwassersammelschächte, wodurch das Wasser auf der Straße dem Gefälle folgend weiterfließt und stellenweise ausufert. Hauseinfahrten, die tiefer als das Straßenniveau liegen, sind hier besonders gefährdet. Im Siedlungsgebiet Nußdorf sind davon vor allem die Dorfstraße und die Lienzerstraße mit dem

Weidachweg betroffen, da auf diesen Verkehrsflächen nennenswertes Gefälle auftritt.

4.2 Fassung dieser Wässer

Im Siedlungsgebiet Nußdorf besteht ein Trennsystem, das die getrennte Abfuhr von kommunalem Abwasser und Regenwasser ermöglicht. Die Errichtung dieses Systems wurde im Auftrag der Gemeinde Nußdorf/Debant vom Ingenieurbüro Passer betreut. Die Kanäle sind mit einer kritischen Regenspende $r_{15} = 100 \text{ l/s,ha}$ auf 90 % Auslastung konzipiert. Unter der Lienzerstraße verläuft ein Regenwasserkanal R5 (Projekt von 1982 der Landesstraßenbauverwaltung; DN300; Einleitung: 92 l/s) bis zum Ausschotterungsbecken des Dorfbaches, wo dieser mit einer kalkulierten Schüttung von 500 l/s vollständig eingeleitet wird. Hier erfolgt eine Vergrößerung des Kanals R5 auf DN800. Die berechnete Abflusskapazität bei Vollenfüllung, Minimal-Gefälle von 2% und Wandrauigkeit $k_{st} = 65$ beträgt ca. 1600 l/s. Nach der Beileitung des Weidach-Weges (Regenwasserkanal R5.1, DN200, Einleitung: 219 l/s) verläuft der Kanal bei konstanter Überschüttungshöhe (mündliche Mitteilung BBA Lienz) unter dem Gehsteig Lienzerstraße bis zur Einmündung in die Wartschenbach-Künette, knapp vor dem Überfall ins Absetzbecken. Somit bestehen 600 l/s Abflussreserve beim Knoten Weidachweg.

Im beschriebenen Kanal-Abschnitt auf der Lienzerstraße sind hangseitig 5 und talseitig 2 Regeneinlaufschächte vorhanden. Dieser Abschnitt ist trotz vorhandener Regeneinlaufschächte öfters von überschüssigem Oberflächenwasser betroffen.

Die Vorschläge zur Fassung von Oberflächenwasser im Bereich Lienzerstraße sind im Kapitel 5.3.2 enthalten.

5 Beschreibung der Maßnahmenvarianten

5.1 Parteienstellung und Konfliktbereiche

Allfällige Maßnahmenvarianten im Projektgebiet tangieren im wesentlichen folgende Interessens-Parteien:

- FTD für Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Osttirol
- Bundeswasserbauverwaltung, BBA Lienz
- Gemeinde Nußdorf/Debant
- Stadtgemeinde Lienz
- Privatgrund- und Gewerbeflächenbesitzer
- Landschaftsplaner

Aufgabe dieser Studie war es auch, die Interessen oben genannter Parteien zu berücksichtigen und die Maßnahmenvarianten darauf abzustimmen. Aufgrund der eingangs erwähnten begrenzten Flächenverfügbarkeit im Projektgebiet sowie des zunehmenden Siedlungsdruckes mussten die im Zwischenbericht (WLS-Report 49: Zwischenbericht 2000) dargestellten Maßnahmenvarianten neu überdacht und konzipiert werden.

Abbildung 13 zeigt die Konfliktbereiche in räumlicher Hinsicht nach Vergleich der im Zwischenbericht dargestellten Maßnahmenvarianten mit dem aktuellen örtlichen Raumordnungskonzept (Stand: November 1999) der Gemeinde Nußdorf/Debant. Die Konfliktbereiche (rot schraffiert) wurden im Zwischenbericht der gegenständlichen Studie im Zuge der Maßnahmenplanung aktiv als Retentionsraum angesehen. Im örtlichen Raumordnungskonzept der Gemeinde Nußdorf/Debant wurden diese jedoch für vorwiegend gewerblich gemischte Nutzung (Bereich links vom Objekt „Interspar“) bzw. vorwiegend für Wohnnutzung (Bereich rechts vom Objekt „Interspar“) ausgewiesen. Die nachfolgenden Maßnahmenvarianten haben sich an die geänderten raumbezogenen Verhältnisse anzupassen und weichen deshalb von den im Zwischenbericht vorgeschlagenen Varianten ab.

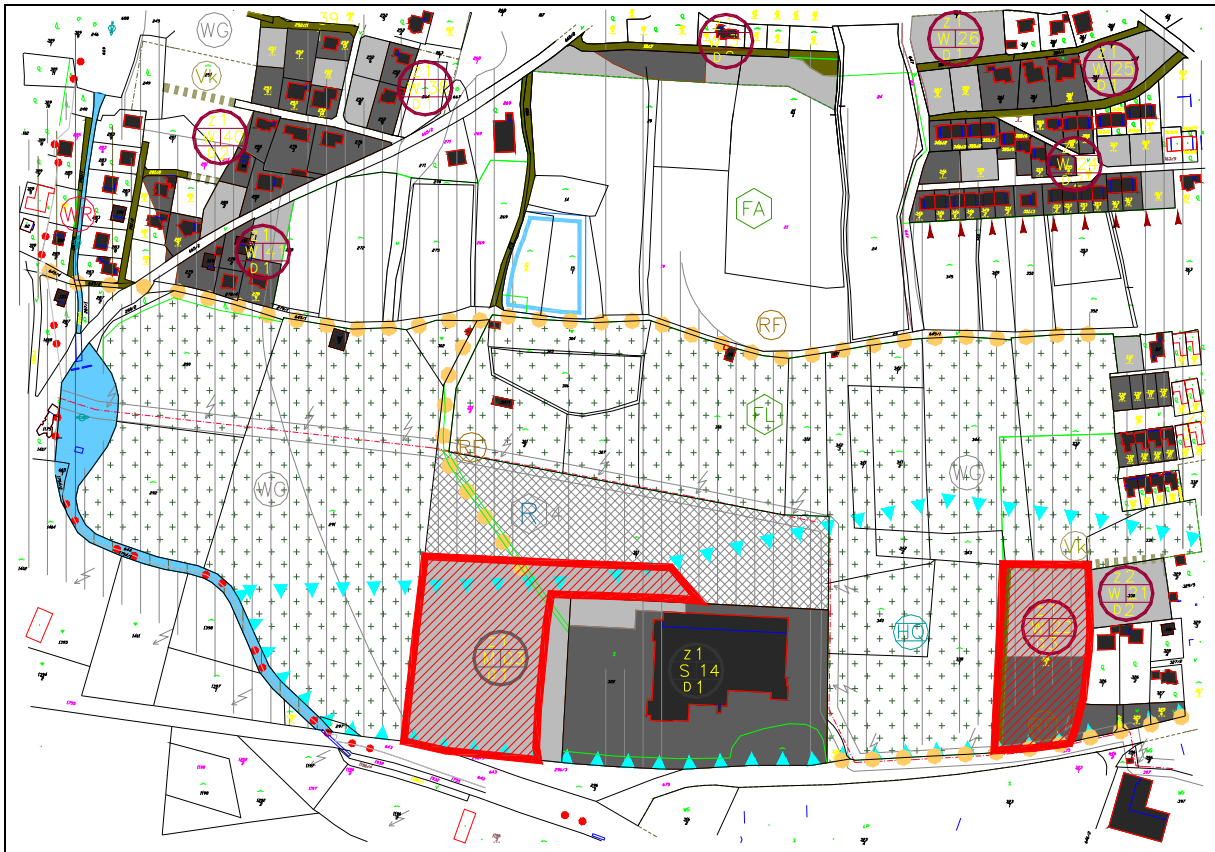


Abbildung 13: Konfliktbereiche (rot schraffierte Flächen) bezüglich der Maßnahmenplanung im Projektsgebiet

5.2 Wartschenbach

5.2.1 Nullvariante

Die momentane Situation, ausgehend von der RHB – Kaskade über Künette, Absetzbecken mit Abfluss von max. $4,1\text{m}^3/\text{s}$, wird beibehalten. Durch die RHB – Kaskade und dem mittlerweile fertiggestellten RHB Stieralmbach ergibt sich eine Dämpfung der Abflussspitze beim 30' Block NS– Ereignis von $26,0\text{ m}^3/\text{s}$ auf $18\text{ m}^3/\text{s}$ Wasser/Geschiebe - Abfluss. Die Abflussspitze übersteigt die Abflusskapazität der Künette vor und nach dem Absetzbecken. Ergebnis ist die unkontrollierte Überflutung des Talraumes östlich und westlich des derzeitigen Wartschenbaches.

Vorgabe:

Optimale Ausnützung des vorhandenen Rückhalterauges in der RHB – Kaskade; besonders das Rückhaltebecken 2 besitzt im derzeitigen Zustand kaum Verlandungsraum und muss derart umgestaltet werden, dass in etwa 30.000 m^3 Wasser/Feststoffgemisch zusätzlich untergebracht werden kann. Gewährleistung der Abflusskapazität des Durchlasses unter der B100 auf $Q_{\text{max}} = 4,1\text{ m}^3/\text{s}$.

Generell:

Der in den folgenden Varianten beschriebene Retentionsraum ist als Rückhaltebecken konzipiert, das aufgrund seltenen Einstaues nicht als Dauerstauraum angesehen werden kann. Der Grundablass ($Q_{\max} = 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$) erfolgt durch ein Auslaufbauwerk an der Kompetenzgrenze an der B100. Die Hochwasserentlastung kann zufolge eingeschränkter Abflussbedingungen nur in den durch Dämme abgegrenzten Talraum erfolgen. Mit nennenswerter Versickerung der eingestauten Flächen kann nicht gerechnet werden, da eine Verschlämmung der obersten Bodenschicht durch Feinsedimente die Infiltrationsleistung drastisch senkt.

5.2.2 Variante Wartschenbach 1 (W1)**1a) Neugestaltung des Gerinnes:**

- 1a1) Von hm 19,47 (Radwegbrücke) bis hm 20,75 (Abschlussbauwerk RHB3) wird der Weg in die Gerinnegestaltung miteinbezogen, wobei dieser nur bei Hochwasser überströmt wird. Hiefür ist im Ereignisfall Vorsorge über eine Sperrung desselben zu treffen. Ausführung als Doppelprofil.
- 1a2) Gestaltung eines offenen Gerinnes ausgehend von hm 19,47 (Radwegbrücke) bis in den Retentionsraum „Nußdorf I“ als Doppelprofil auf gedämpften Misch - Abfluss $HQ_{\text{Bemess}} = 18,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Zur Sohlstabilisierung werden Sohlgurte bis zum Ende des ausgebauten Gerinnes vorgesehen. Rechtsseitiger Uferschutz durch Grobsteinschichtung.
- 1a3) Ab Ende des Gerinneausbaues führt eine Niederwasserrinne bis zum Feuchtbiotop und Absetzbecken.

1b) Querungsmöglichkeiten entlang des neu errichteten Gerinnes:

- 1b1) Die bestehende Brücke bei hm 19,47 soll auf den nötigen Abflussquerschnitt dimensioniert und für den Autoverkehr aus wirtschaftlichen Gründen gesperrt werden (Zufahrtmöglichkeiten bestehen über die Lienzerstraße und Gemeindeweg). Ausführung als Radwegbrücke in Holz.
- 1b2) Bei Schnittpunkt von Lienzerstraße/Gerinne ist eine neue Brücke (BKL I) zu errichten.

1c) Rückhalteraum „Nußdorf I“:

Die Eingrenzung des max. Überflutungsraumes im Talboden erfolgt durch Dämme mit der Höhe von 2,5 m (auf Kote: 665,5 müA.; L ~ 740 m -> ca. 9.500 m³ Schüttmaterial erforderlich), wobei das Stauziel 0,5 m unter der Dammkrone liegt (auf Kote: 665 müA.; Kubatur: ~ 39.000 m³). Bei Erreichen der RHB-Kapazität erfolgt die HQ-Entlastung durch Einströmen in den Rückhalteraum „Nussdorf II“ (Variante W1d). Der Stauraum kann nach landschaftsökologischen Gesichtspunkten gestaltet werden, wobei darauf zu achten ist, dass die HW-Entlastung nicht beeinträchtigt und das Absetzen des Schwebstoffes gefördert wird.

1c1) Gestaltung der Dämme:

- 1c1a) Die Dämme sind mit befahrbarer Krone (Breite: 3,5 m) konzipiert, um die Räumung des RHB zu ermöglichen. Die Standsicherheit der Dämme ist von Geotechnikern zu überprüfen. Zu- und Abfahrtsmöglichkeiten bestehen von der B100, von der Lienzerstraße und dem bestehenden Radweg nördlich des Rückhalteraumes.
- 1c1b) Der bestehende Radfahrweg vom Objekt „Interspar“ bis zur Querung Radweg nördlich des Rückhalteraumes soll im Bereich der Dämme auf die Dammkrone verlegt werden. Im Ereignisfall ist Vorsorge zur Sperrung desselben zu treffen.
- 1c1c) Sicherung Nordrand des östlichen Dammes.

1c2) Gestaltung des Auslaufbauwerkes:

Das Auslaufbauwerk soll an der Wasserseite einen Schrägrechen zur Gewährleistung der Abflusskapazität von 4,1 m³/s aufweisen. Der Durchlass unterhalb der B100 soll bis zum Auslaufbauwerk verlängert werden, wobei an dessen Ende unterhalb der B100 Maßnahmen zur Energieumwandlung gesetzt werden müssen, die jedoch keinen Rückstau in den Durchlass bewirken dürfen.

1d) Rückhalteraum „Nußdorf II“:

Eingrenzung des maximalen Überflutungsraumes im Talboden erfolgt durch Dämme mit der Höhe von 3,5 m (auf Kote: 562,5 müA.; L ~ 810 m -> ca. 10.500 m³ Schüttmaterial erforderlich) und einer Kronenbreite von 3,5 m, wobei das Stauziel 0,5 m unter der Dammkrone liegt (auf Kote: 662 müA.; Kubatur: ~

100.000 m³). Der Rückhalteraum „Nussdorf II“ kann als mehrschnittige Mähwiese genutzt werden.

1e) Bypass:

Um Arbeiten am RHB zu ermöglichen, soll ein Rohrdurchlass ausgehend von der Brücke bei hm 19,47 bis zum Auslaufbauwerk im bestehenden Gerinne verlegt werden, der auf $Q_{\max} = 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$ zu bemessen ist. Einmündung unterhalb der Wasserseite vom Auslassbauwerk. Einlass erfolgt durch Bypass-Schieber an der Brücke bei hm 19,47.

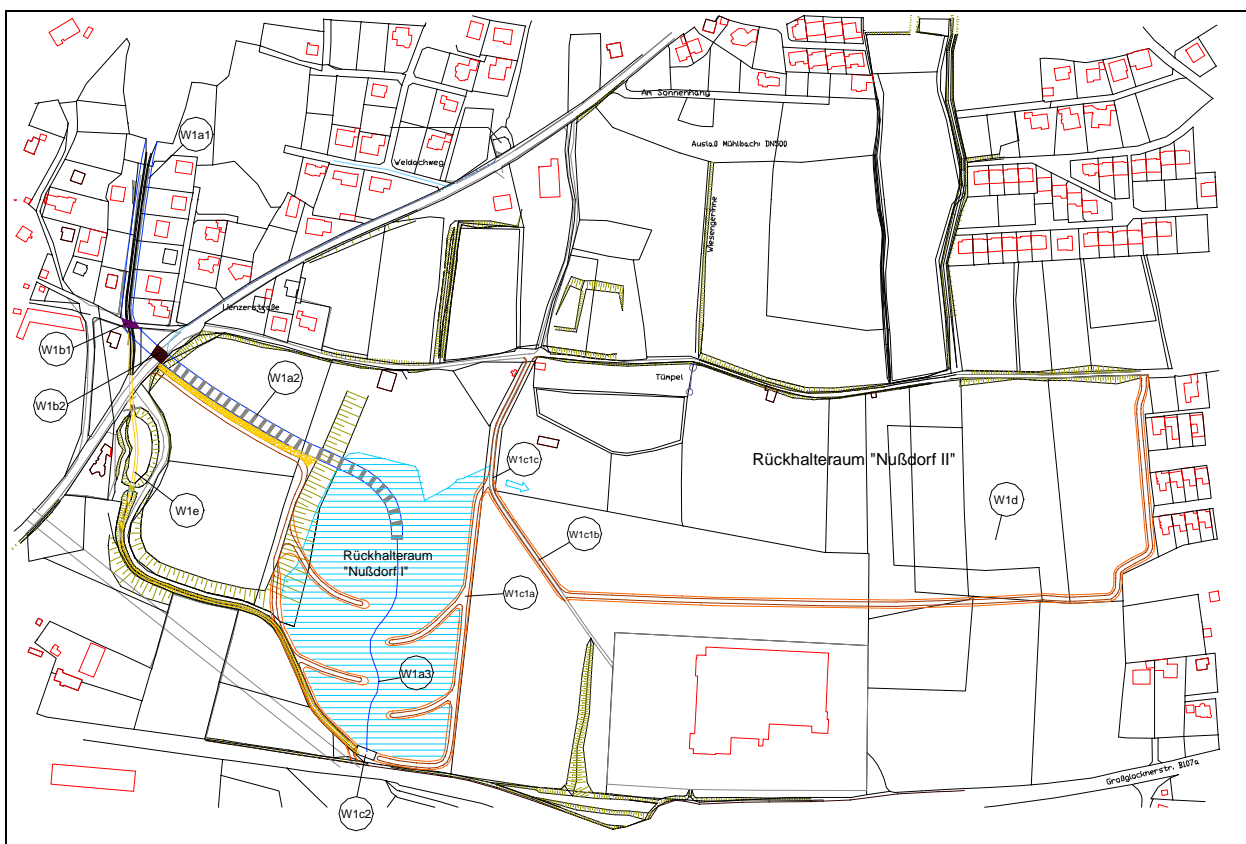


Abbildung 14: Maßnahmenvariante 1 für Wartschenbach

Durch die neu gestaltete Variante „Wartschenbach 1“ wurden sowohl die Konfliktbereiche seitens der örtlichen Raumplanung ausgespart als auch zusätzlicher Nutzungsraum im Bereich rechts vom Objekt „Interspar“ und auf der Fläche orografisch rechts von der Steinschichtung geschaffen.

5.2.3 Variante Wartschenbach 2 (W2)

2a) Neugestaltung des Gerinnes:

- 2a1) Ausbau der Künette auf gedämpften Mischabfluss $HQ_{\text{Bemess}} = 18,0 \text{ m}^3/\text{s}$
(Doppelprofil durch Einbezug des Weges von hm 19,47 bis hm 20,75)
- 2a2) Neugestaltung Gerinne im Bereich Querung Lienzerstraße bis Einlauf Absetzbecken
- 2a3) Neugestaltung Auslaufbauwerk am Ende des Absetzbeckens auf $HQ_{\text{Bemess}} = 18,0 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 2a4) Gestaltung eines offenen Gerinnes ausgehend vom Auslaufbauwerk Absetzbecken bis in den Retentionsraum „Nußdorf I“ als Doppelprofil auf gedämpften Misch - Abfluss $HQ_{\text{Bemess}} = 18,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Zur Sohlstabilisierung werden Sohlgurte bis zum Ende des ausgebauten Gerinnes vorgesehen. Rechtsseitiger Uferschutz durch Grobsteinschichtung.

2b) Querungsmöglichkeiten entlang der Profilerweiterung:

- 2b1) Wie Variante W1b1)
- 2b2) Bei Schnittpunkt von Lienzerstraße/Gerinne ist eine neue Brücke (BKL I) zu errichten.

2c) Rückhalteraum „Nußdorf I“:

Die Eingrenzung des max. Überflutungsraumes im Talboden erfolgt durch Dämme mit der Höhe von 2,5 m (auf Kote: 665,5 müA.; $L \sim 820 \text{ m}$ -> ca. 10.500 m^3 Schüttmaterial erforderlich), wobei das Stauziel 0,5 m unter der Dammkrone liegt (auf Kote: 665 müA.; Kubatur: $\sim 41.000 \text{ m}^3$). Bei Erreichen der RHB-Kapazität erfolgt die HQ-Entlastung durch Einströmen in den Rückhalteraum „Nussdorf II“ (wie Variante W1d). Der Stauraum kann nach landschaftsökologischen Gesichtspunkten gestaltet werden, wobei darauf zu achten ist, dass die HW-Entlastung nicht beeinträchtigt und das Absetzen des Schwebstoffes gefördert wird.

2c1) Gestaltung der Dämme:

- 2c1a) Die Dämme östlich vom Auslaufbauwerk (vom Rückhalteraum) sind mit befahrbarer Krone (Breite: 3,5 m) konzipiert, um die Räumung des RHB zu ermöglichen. Die Standsicherheit der Dämme ist von Geotechnikern

zu überprüfen. Zu- und Abfahrtsmöglichkeiten bestehen von der B100 und dem bestehenden Radweg nördlich des Rückhalteraumes.

2c1b) Der Damm entlang des neu zu errichtenden Gerinneabschnittes (Variante W2a4) ist ohne befahrbare Krone konzipiert, und soll bis zum Schnittpunkt Absetzbecken – Lienzerstraße hochgezogen werden.

2c1c) Der bestehende Radfahrweg vom Objekt „Interspar“ bis zur Querung Radweg nördlich des Rückhalteraumes soll im Bereich der Dämme auf die Dammkrone verlegt werden. Im Ereignisfall ist Vorsorge zur Sperrung desselben zu treffen.

2c1d) Sicherung Nordrand des östlichen Dammes.

2c2) Gestaltung des Auslaufbauwerkes:

Wie Variante W1c2)

2d) Rückhalteraum „Nußdorf II“:

Wie Variante W1d)

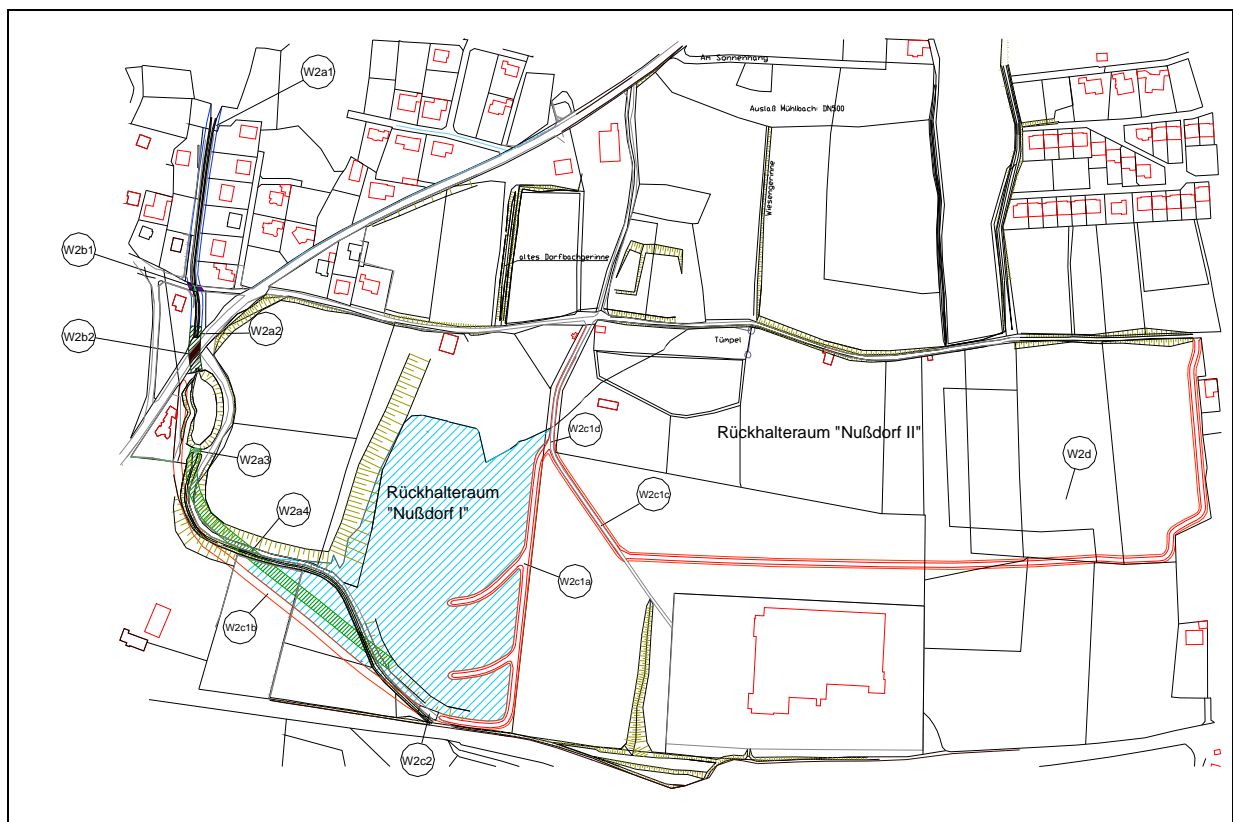


Abbildung 15: Maßnahmenvariante 2 für Wartschenbach

5.3 Dorfbach

5.3.1 Nullvariante

Würde das Bemessungsereignis (siehe Kapitel 3.7) im momentanen Bachzustand auftreten, würde ein Überfluten der Siedlung Nußdorf, beginnend oberhalb des Mellitzweges bis zur Lienzerstraße und darüber hinaus, nicht zu verhindern sein. Die Abflusskapazität des Gerinnes ist über weite Strecken nicht gegeben. Die kalkulierte Einleitung von 500 l/s wird auch bei Inanspruchnahme der Reserveabflusskapazität des Kanals R5 von zusätzlich 600 l/s im Hochwasserfall weit überschritten.

Generell:

Der in der folgenden Variante beschriebene Retentionsraum kann aufgrund seltenen Einstauens nicht als Dauerstauraum angesehen werden kann. Der Bach durchfließt im Niederwasserfall in einer Niederwasser-Rinne den Beckenraum und versickert in diesem Bereich. Die Hochwasserentlastung kann zufolge eingeschränkter Abflussbedingungen nur in den abgegrenzten Talraum retendiert werden. Mit nennenswerter Versickerung der eingestauten Flächen kann nicht gerechnet werden, da eine Verschlämmung der obersten Bodenschicht durch Feinsedimente die Infiltrationsleistung drastisch senkt.

5.3.2 Variante Dorfbach (D)

- a) Brückendurchlass: für Dorfbach unter Lienzerstraße
- b) Neuschaffung Gerinne: Ab Höhe Hof ‚Abele‘ bis zu Radweg; Profil-Auslegung auf $HQ_{\text{Bemess}} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$; Abtreppung durch Holzquerwerke zur Sohlstabilisierung und Gefällsverringering
- c) Rückhalteraum „Nußdorf I“:
 - c1) Niederwasserrinne bis Gerinneende vom Wartschenbach (vgl. Variante W1a2)
 - c2) Retentionsraum (RR) für Abfluss & Sediment unterhalb Radweg bis B100 wie in Variante W1c beschrieben.
- d) Regenwasserkanal: Kanal R5.1 DN300 nach Brückenwiderlager ohne Dorfbach in den bestehenden Kanal R5 DN 800 beileiten (Knoten Einleitung Weidachweg), wobei der bestehende Kanal R5 DN 800 im Bereich des neuen Gerinneabschnittes (siehe Variante W1a) neu gestaltet werden muss.

- e) Drainrinne: Abwärts der Brücke Lienzerstraße lt. a) setzen einer Drainrinne mit Einlaufgitters für überschüssige Oberflächenwässer quer zur Straßenfallrichtung
- f) Straßeneinläufe: zusätzliche Einläufe für Oberflächenwässer bis Querung Wartschenbach in den best. Kanal R5 beileiten
- g) Hochwasserentlastung: wie in Variante W1c beschrieben.



Abbildung 16: Maßnahmenvariante für Dorfbach

5.4 Zwieslingbach

5.4.1 Nullvariante

Infolge des jetzigen Ausbauszustandes des Zwieslingbach - Gerinnes, wäre die Siedlung Nußdorf unterhalb des Brückendurchlasses Gemeindeweg beim Bemessungsereignis extrem überflutungsgefährdet. Die Abflusskapazität des Gerinnes ist über weite Strecken nicht gegeben.

Generell:

Der in den folgenden Varianten beschriebene Retentionsraum „Nußdorf II“ ist als Trockenbecken konzipiert, das aufgrund seltenen Einstauens nicht als Dauerstauraum

angesehen werden kann. Da keine Vorflut möglich ist, kann kein Grundablass kalkuliert werden.

Der Bach fließt im Niederwasserfall in seinem Bett bis zum Beckenraum, wo er versickern sollte. Die Hochwasserentlastung kann zufolge eingeschränkter Abflussbedingungen nur in den durch Dämme abgegrenzten Talraum erfolgen. Mit nennenswerter Versickerung der eingestauten Flächen kann nicht gerechnet werden, da eine Verschlammung der obersten Bodenschicht durch Feinsedimente die Infiltrationsleistung senkt.

5.4.2 Variante Zwieslingbach (Z)

a) Gerinneausbau A:

a1) Grundstückszufahrt und Brückenprofil bei Querung Gemeindeweg Ausbau auf $HQ_{\text{Bemess}} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$

a2) Ausbau Gerinne auf $HQ_{\text{Bemess}} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, Abtreppung zur Sohlstabilisierung und Gefällsreduktion mittels Holzquerwerke

b) Bachunterführung:

Großzügiger Durchflussquerschnitt unter Lienzerstraße in Siedlung Nußdorf

c) Gerinneausbau B:

Vergrößerung des bestehenden Dammgerinnes auf $HQ_{\text{Bemess}} = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ bis Querung Radweg, dort Errichtung einer Radwegbrücke (Holz) oder Furt

d) Rückhalteraum „Nußdorf II“:

Schaffung eines eingedämmten Überflutungsraumes (Sedimentation und abflusslose Retention von Hochwasser-Fracht) auf den bestehenden Ackerflächen wie in Variante W1d beschrieben. Nutzung des Rückhalteraaumes als mehrschnittige Mähwiese.

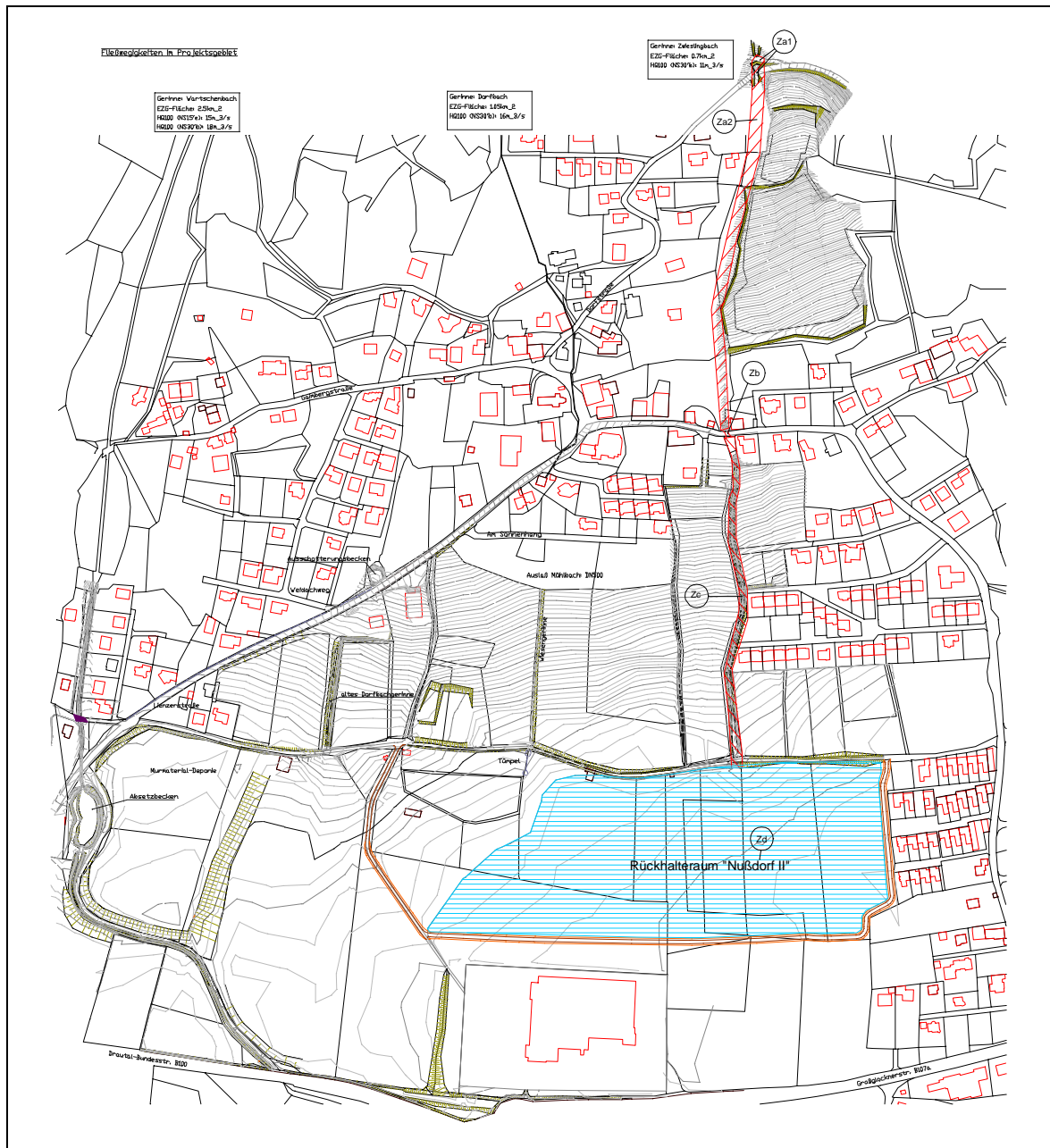


Abbildung 17: Maßnahmenvariante für Zwieslingbach

5.5 Qualitative Bewertung der Varianten

Um eine tabellarische Bewertung der Varianten durchführen zu können, werden der Bewertung folgende Kriterien mit zugehörigen qualitativen Bewertungsattributen verwendet (Tabelle 17). Anwendung der Kriterien auf sämtliche Varianten im Planungsgebiet resultiert in Tabelle 18. Eine Verknüpfung von Varianten wurde nicht bewertet.

Kriterium	Bewertungsattribute
Überflutungsgrenzen	Unkontr./ kontr. – großflächig/kontr. – kleinflächig
Sedimentation im Überfl.bereich	Gesamt /partiell
Räumbarkeit	Gut / mittel / schwer
Art der Nutzungseinbuße	Wenig aber dauernd / Stark und dauernd/ nach Ereignis
Erf. Bodenbewegungen	Groß / Gering / Keine

Tabelle 15: Kriterien zur qualitativen Bewertung der Varianten

Variante	Überflutungs-grenze	Sedimentation	Räumbarkeit	Nutzungs-einbuße	Bodenbe-wegung
Null W	Unkontrolliert	Gesamt	Schwer	Nach Ereignis	Keine
W1	Kontrolliert Großflächig	Gesamt	Gut	Stark und dauernd	Groß
W2	Kontrolliert Großflächig	Gesamt	Mittel	Stark und dauernd	Groß
Null D	Unkontrolliert	Gesamt	Schwer	Nach Ereignis	Keine
D	Kontrolliert Großflächig	Gesamt	Gut	Stark und dauernd	Gering
Null Z	Unkontrolliert	Gesamt	Schwer	Nach Ereignis	Keine
Z	Kontrolliert Großflächig	Gesamt	Mittel	Nach Ereignis	Gering

Tabelle 16: Qualitative Bewertung der Varianten

6 Grundwassersituation

Bei Planung eines Rückhalteraaumes, der, wenn auch selten mit voller Einstauhöhe, über einem ständigen Grundwasserkörper liegt, ist der Flurabstand (GOK – Grundwasseroberfläche) für weitere geotechnische Untersuchungen bei der Detailplanung (Grenzzustand der Trag- und Gebrauchsfähigkeit) relevant. Für generelle Abschätzungen soll er gemäß der vorhandenen Datenbasis räumlich ermittelt dargestellt werden. Im folgenden Kapitel soll jene Grundwasseroberfläche, die den Höchststand der Grundwasserfläche aus dem bekannten Datenkollektiv darstellt, ermittelt werden. Zuvor soll die generelle Situation im Lienzer Becken und die verwendete Datengrundlage beschrieben werden.

6.1 *Hinweise auf Beeinflussung der Grundwassersituation*

6.1.1 Generelle Situation im Lienzer Becken

Das Lienzer Becken mit einem Einzugsgebiet zur Speisung des GW von 135km² bildet ein 34km² in quartären Ablagerungen befindliches, bedeutendes Grundwasserreservoir. Wie aus einem Bericht von PLATZER (1968) hervorgeht, ist hinsichtlich der Auswirkung von Hochwässer auf das Grundwasser eine Zweiteilung im Talraum Lienz erkennbar. Die gedachte Trennlinie Debantbach – Bad Jungbrunn teilt in ein westlich davon gelegenes Gebiet, in welchem oberirdisch abfließendes Wasser zum größten Teil im Talboden versickern und das Grundwasser anreichern kann, und ein östliches, in dem fast ausschließlich der oberirdische Abfluss vorherrscht.

Sehr differenziert ist der Einfluss des Sickerwassers aus Flüssen und Bächen auf den Grundwasserstand. Trotz der großen Abflussmengen von Isel und Drau während der Hochwasserperiode, war in Ufernähe kein eindeutig nachweisbarer Einfluss von Sickerwasser dieser Flüsse auf den GW-Stand feststellbar. Hingegen Beobachtungen aus Brunnen auf Schwemmkegeln und in geringer Entfernung von Seitenbächen ließen eine deutliche Beeinflussung durch Sickerwasser erkennen.

PLATZER dokumentiert 3 Hochwasserereignisse (1965 - 1966), die im allgemeinen einen grundwasserstromaufwärts zunehmenden Anstieg des Grundwasserspiegels bewirkten. Ein überdurchschnittlicher Anstieg war in jenen Gewässern zu verzeichnen, die hohe Sickerwassermengen abgaben. Begründet durch die Zunahme der Wasserführung in den Seitenbächen konnte auch weit mehr Bachwasser in den Untergrund infiltrieren.

Die Infiltration wirkte sich auf die Fließrichtung des GW sehr stark aus. Die Speisung des Grundwasservorkommens durch Niederschlag während und nach großen Hochwasserereignissen wirkte sich sehr stark auf die Fließrichtung des GW aus. Diese Beeinflussung wurde jedoch nicht nur durch die Versickerung von Niederschlagswasser während eines Hochwassers, sondern in noch weit größerem Ausmaß durch das nach Aufhören der Niederschläge von den Talhängen abfließende und im Talboden versickernde Wasser verursacht. An einem exemplarischen Brunnen 2km östlich von Lienz konnte PLATZER zeigen, dass die Fließrichtung vom 28.11.1966 bis 30.8.1967 eine Schwankungsbreite von etwa 70°

aufwiesen. Ein Vergleich der Fließrichtung mit den entsprechenden GW-Ständen ergab, wie beim GW-Gefälle, keinen eindeutigen Zusammenhang. Tabelle 19 zeigt exemplarisch GW-Gefälle für gegebene Distanzen in der GW-Hauptfließrichtung (Drauffließrichtung) aus jüngeren und älteren Daten.

Ortsbezug	GW – Gefälle in ‰
BR7 (TAGGER) – BR1 (KIKA) L = 760 m	1,38 (01.08.1997) 1,13 (30.08.1999)
Stadtbrunnen Lienz – Brunnen südl. v. Nußdorf L = 2,5 km	2,5 (29.08.1966) 1,4 (06.03.1967)

Tabelle 17: Grundwassergefälle im Lienzener Talraum

Der bisher höchste GW-Stand im Tiefbrunnen der Stadt Lienz wurde am 15.11.1966 mit 662,62 m ü.A. (GOK: 671,0 m ü.A.) gemessen. Diese Messstelle zeigte während der Ereignisse 1966 eine rege Variabilität der GW-Höhe. Die Schwankungsbreiten zwischen Minimum und Maximum nehmen jedoch von West nach Ost, also grundwasserstromabwärts deutlich ab.

6.1.2 Datenbestandsanalyse Grundwassersituation

Das BBA-Lienz betreibt eine Grundwasserdatenbank, in der Metadaten und Messdaten von Brunnen und Aufschlussbohrungen erfasst und elektronisch verwaltet werden. Um im Projektgebiet die maßgebliche Grundwasseroberfläche abzuschätzen, konnten folgende Probepunkte herangezogen werden (siehe Tabelle 20). Die räumliche Zuordnung der Messstellen ist aus dem Übersichtsplan: „Fließwegigkeiten & GW-Messstellen“ im Projektgebiet ersichtlich.

Bez.	Ortsangabe	Betreiber	GOK [m ü.A.]	Ableseintervall	Beobachtet seit
KB1	Neben Radweg	Gem. Nußdorf/Debant	670,20	14 Tage	1.7.99
KB2a	Bei Hof ‚Abele‘	Gem. Nußdorf/Debant	680,80	14 Tage	1.7.99
GB	Gemeindebrunn.	Gem. Nußdorf/Debant	671,00	14 Tage	29.3.96
BR7	TAGGER	HZB	663,90	7 Tage	ab 1985
BR1	KIKA	HZB	660,51	7 Tage	ab 1984

Tabelle 18: Metadaten der verwendeten Grundwassermessstellen

Aus Tabelle 20 kann man erkennen, dass der überlappende Datenbereich aller fünf Messpunkte nur ab 1.7.99 bis dato möglich ist, was verhältnismäßig kurz ist. Vernachlässigt man die jüngst errichteten Messpunkte KB1 und KB2a, die relativ nahe (ca. 200m) zum Gemeindebrunnen liegen, so ist ein hydrologisches Dreieck durch die Grundwassermessorte von BR1, BR7 und Gemeindebrunnen mit einer Beobachtungsperiode von 1996 bis dato analysierbar. Zur Illustration der Variabilität der Grundwasserhöhe seien die Ganglinie von Messpunkt TAGGER, KIKA und Gemeindebrunnen in Abbildung 21 bis Abbildung 23 dargestellt:

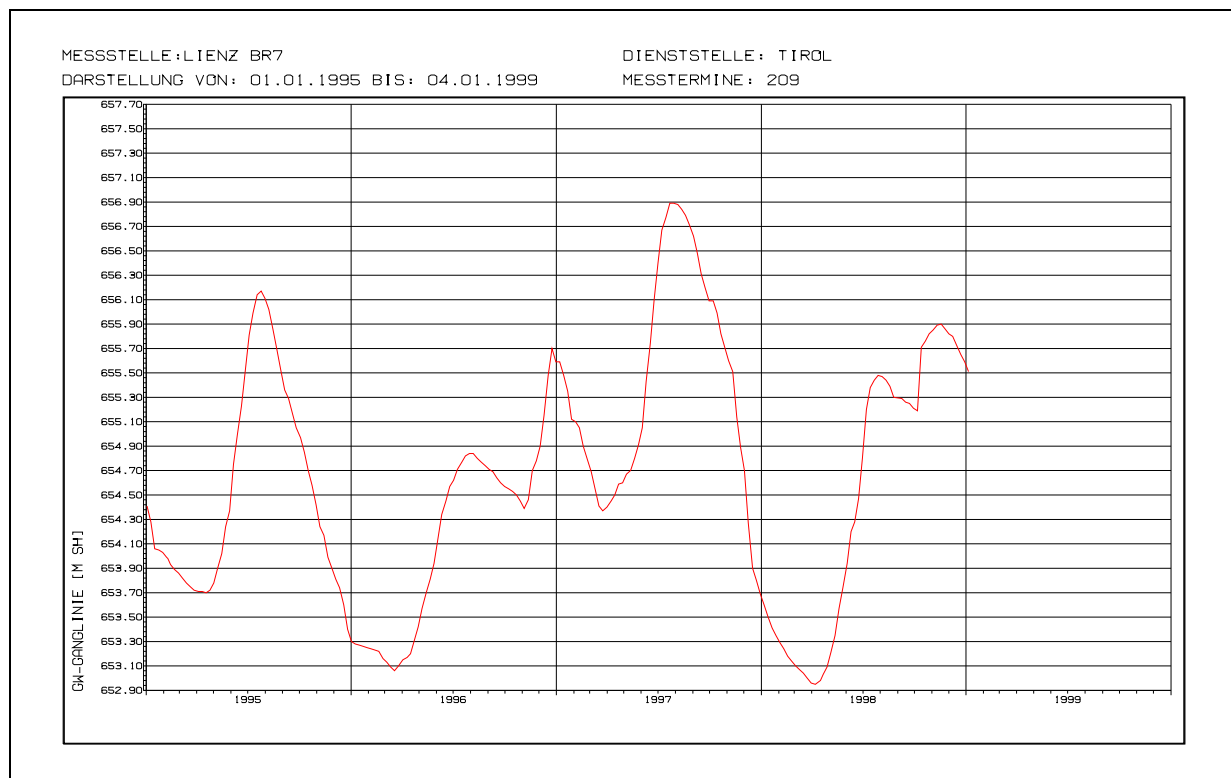


Abbildung 18: Grundwasserganglinie von Messpunkt BR7 (HZB)

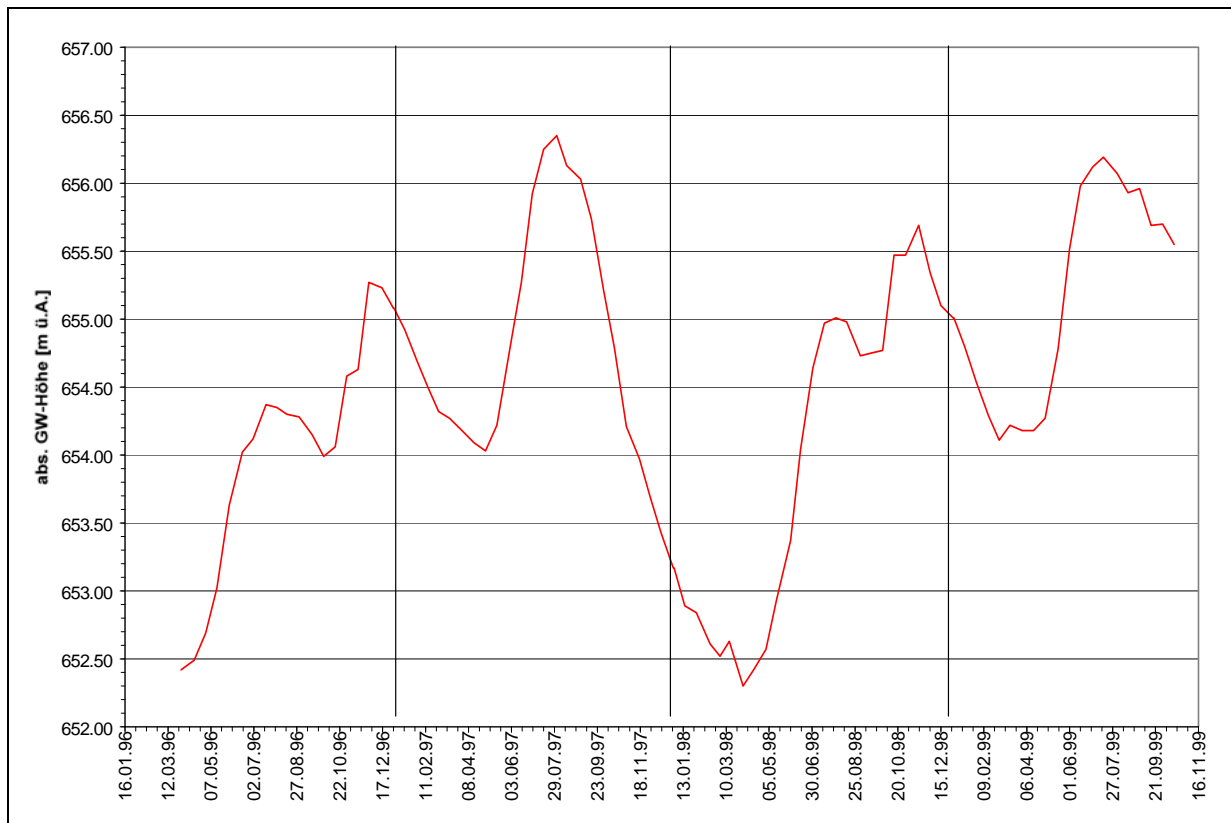


Abbildung 19: Grundwasserganglinie Gemeindebrunnen Nußdorf/Debant

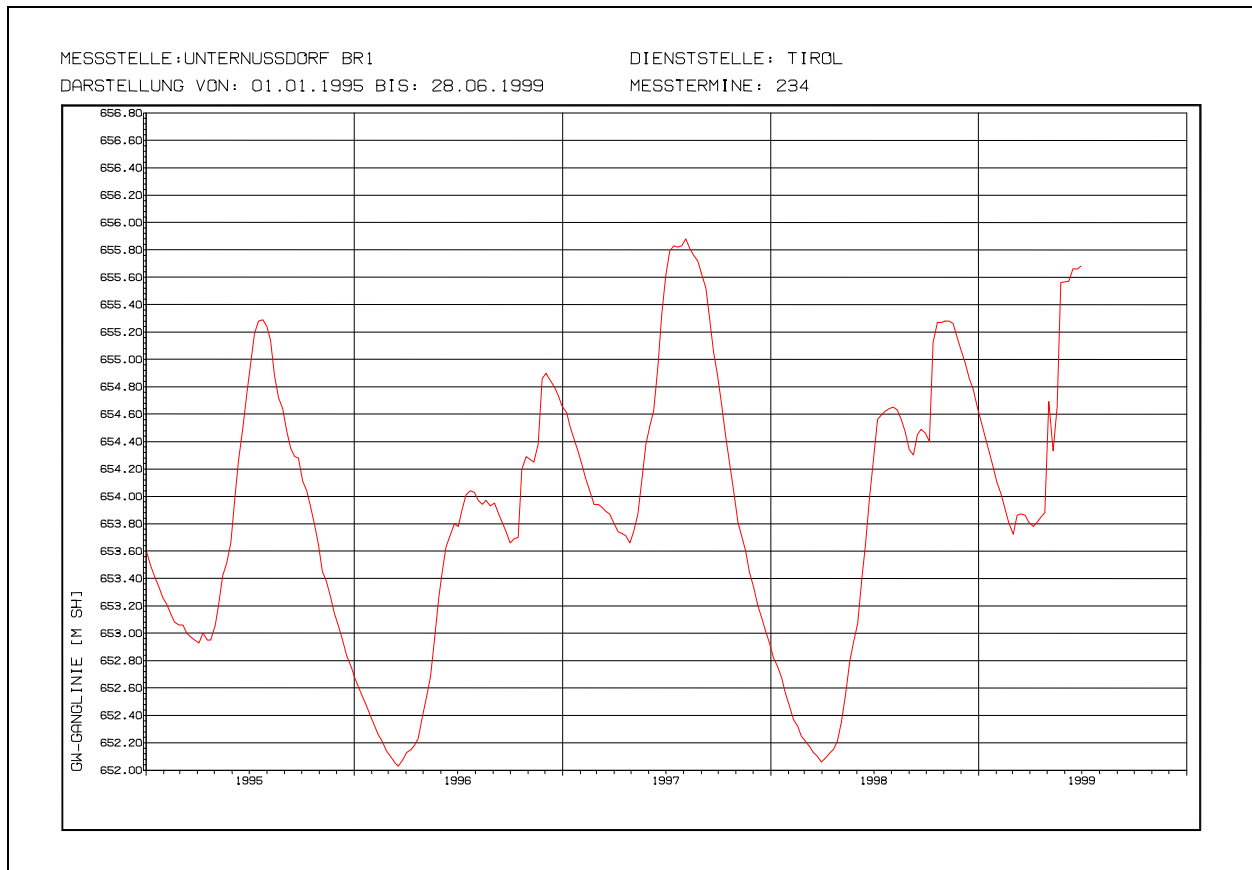


Abbildung 20: Grundwasserganglinie von Messpunkt BR1 (HZB)

Alle drei Messpunkte weisen im Darstellungszeitraum eine deutliche Varianz der GW-Höhen mit jahreszeitlichen Schwankungen von bis zu 4m auf. Gemeinsam ist allen das Maximum Anfang August 1997 gefolgt von dem Minimum Anfang April 1998. Die Schwankungsbreite des Flurabstandes ist in Tabelle 21 ausgewiesen.

GW-Meßstelle	Min. [m]	Max. [m]	beob. Min. [m]	beob. Max. [m]
Gemeindebr.	14,65 (1.4.1997)	18,70 (1.8.1997)	k.A.	k.A.
KIKA	4,64 (1.4.1997)	8,48 (1.8.1997)	2,66 (8.7.1985)	8,74 (18.3.1996)
TAGGER	7,00 (1.4.1997)	10,93 (1.8.1997)	4,16 (15.7.1985)	10,95 (6.4.1998)

Tabelle 19: Extreme Flurabstände seit 1995

Der Standort eines potentiellen Rückhalteraumes liegt jedoch innerhalb dieses hydrologischen Dreiecks, das durch die oben angeführten Messpunkte aufgespannt wird. Auf Basis der durchgeführten geodätischen Detailvermessung im Talraum wurde mittels ArcView die räumliche Verteilung des minimalen Flurabstandes für den 1.8.1997 (höchster GW-Stand in der beobachteten Periode) berechnet, welcher die

maßgebliche Grundwasseroberfläche gemäß der Datenbasis darstellt. Die Gradienten der Messpunkte KB1 und KB2a wurden für den 1.8.1997 gemäß der Messwerte vom 16.8.1999 extrapoliert. Eine planliche Darstellung des räumlich verteilten Flurabstandes am 1.8.1997 ist in Abbildung 24 ersichtlich. Die berechneten Extremwerte des Flurabstandes **F** für den 1.8.1997 betragen:

$F_{\text{Max}} = 21,5 \text{ m ü.A.}$	$F_{\text{Min}} = 4,0 \text{ m ü.A.}$
--	---------------------------------------

Es traten in den Jahren 1965 und 1966 extreme Hochwässer mit nennenswerten Auswirkungen auf den Grundwasserkörper auf. In dieser Zeit wurden die oben angesprochenen Grundwassermessstellen nicht beobachtet; wodurch keine Korrelation zwischen Niederschlag und GW-Höhe analysiert werden konnte.

Die im Zuge der Abteufung der Bohrlöcher für KB1, KB2a und Gemeindebrunnen gewonnenen Ergebnisse der Bohrkernanalyse lagen als Schichtprofile vor. Da alle drei Standorte eindeutig dem Schwemmkegel – Dorfbach zugeordnet sind, findet sich im Bodenprofil eine abwechselnde Lagerung von Fein- bis Mittelsand, Fein- bis Grobkies, Findlinge und Schluffeinlagerungen, was auf die Schwemmkegeldynamik früherer Zeiten hinweist. Über die Abteufhöhe von 24 - 42m überwiegen die sandigen bis kiesigen Kornfraktionen.

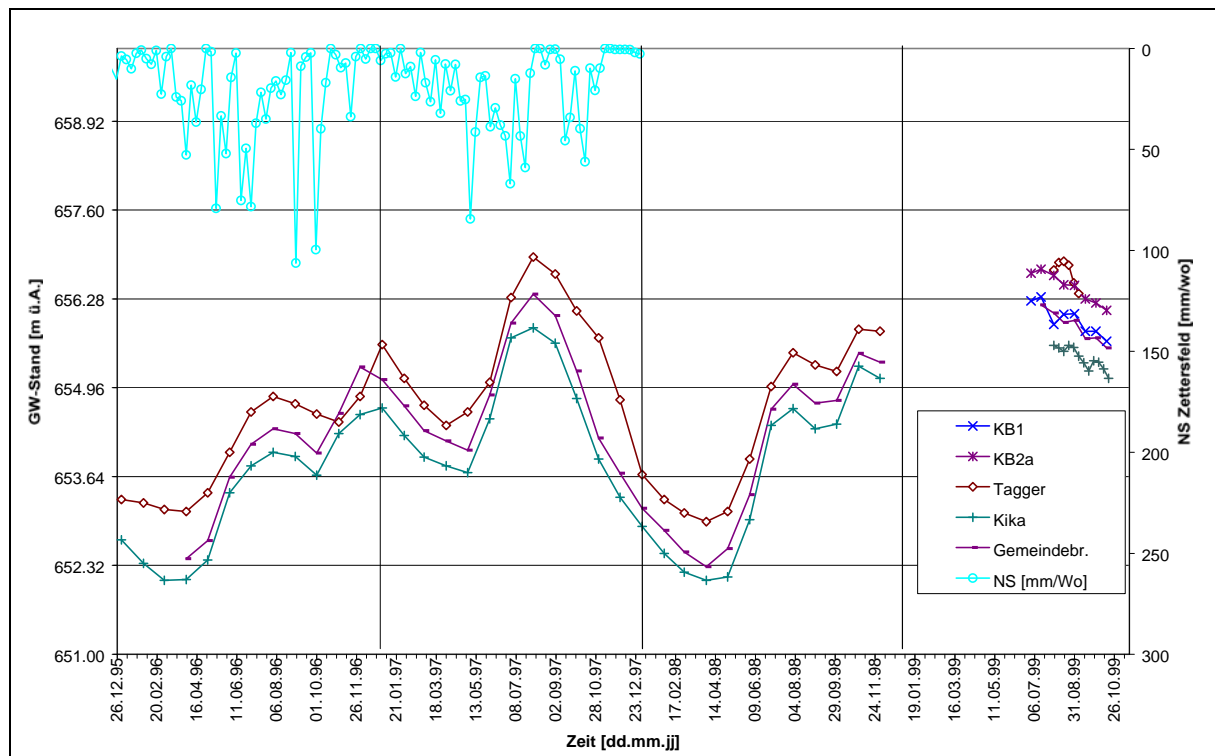


Abbildung 22: Reaktion der GW-Höhe auf Niederschlag am Zettersfeld

Vor dem Bau eines Rückhaltebeckens wären neben geotechnischen auch hydrogeologische Erkundungen erforderlich, um die GW-Situation im Bereich der zukünftigen Beckensohle zu erfassen. Die vorhandenen GW-Messstellen sind ausreichend, um die Dynamik des GW-Spiegels im Planungsgebiet zu erfassen. Die Interaktion von Niederschlag und Dynamik des Grundwasserspiegels kann durch kürzere Beobachtungsintervalle nach starken bzw. ausgiebigen Niederschlägen und bereits erhöhtem Grundwasserstand beobachtet werden. Wird ein festgelegter Flurabstand, welcher den Grenzzustand bei Stauziel durch geotechnische Berechnungen repräsentiert, unterschritten, müssen Gegenmaßnahmen, wie Entleeren des Beckens, ergriffen werden.

7 Hinweise auf die Flächenwidmung und Gefahrenzonenplanung

Wie aus den Darstellungen der Maßnahmen-Varianten ersichtlich ist, erfährt die Fläche im Planungsgebiet eine Nutzungseinschränkung unterschiedlichen Ausmaßes. Eine Einbuße an Nutzfläche zugunsten Retentionsmaßnahmen ist jedoch zwingend. Aufgabe der Gemeinde im Arbeitsbereich Flächenwidmung ist es, entsprechende Flächen im Überflutungsraum mit Einschränkungen wie Bauverbot

etc. zu belegen oder Ablösen von Flächen für Rückhaltmaßnahmen im Sinne des Gemeinwohles durchzuführen.

Hinsichtlich der Gefahrenzonenplanung besteht im Projektgebiet bereits ein ausgearbeiteter Gefahrenzonenplan mit Zonausscheidung. Die einzelnen Bäche wurden aus Gründen der Allgemeinheit der vorliegenden Studie nicht beurteilt, sondern nur die Bereiche ausgewiesen, die für zukünftige Maßnahmen erforderlich und daher freizuhalten sind (Abbildung 23).

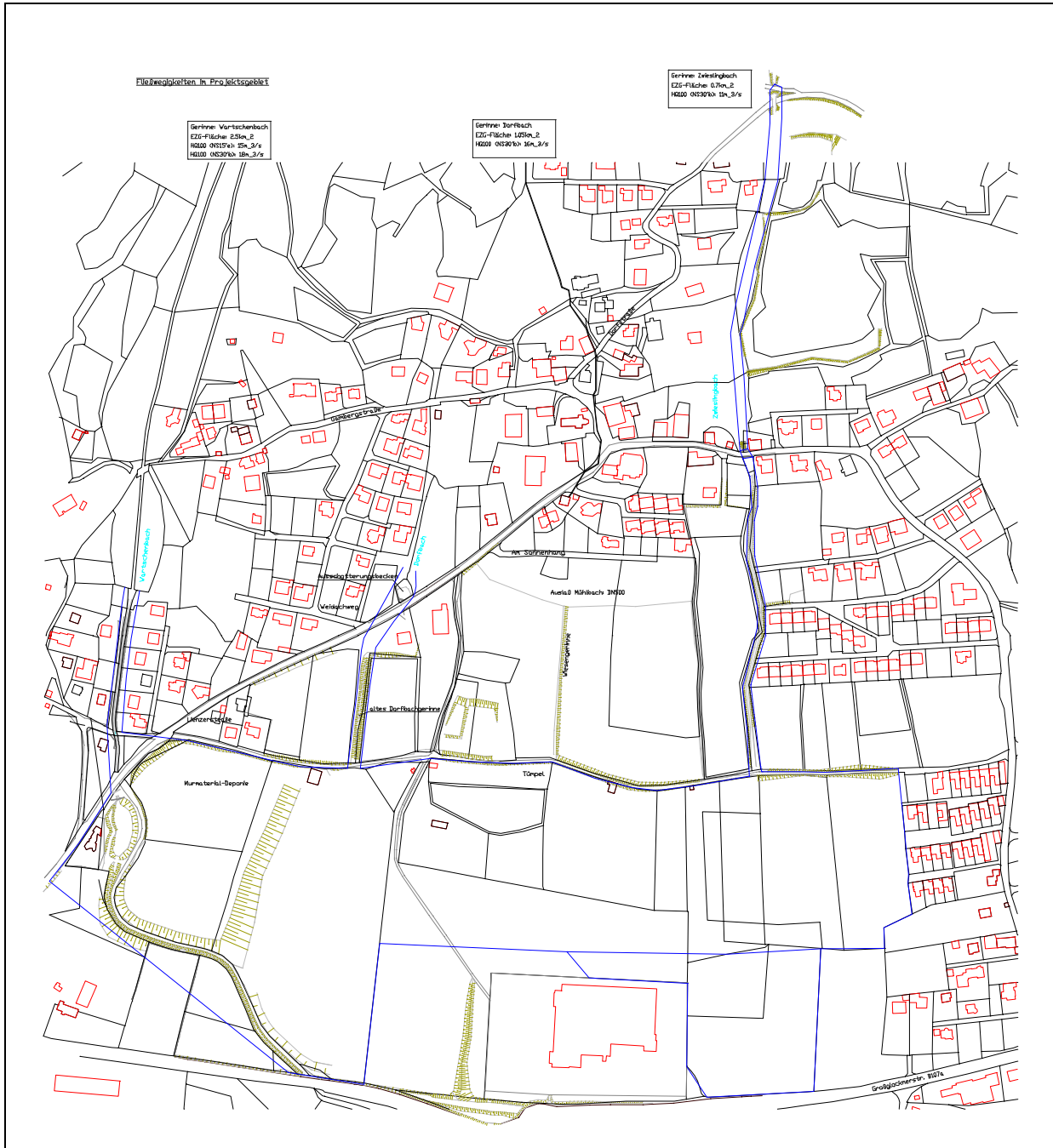


Abbildung 23: Ausscheidung von Vorbehaltsbereiche (blaue Umgrenzung) im Projektgebiet

8 Literaturverzeichnis

- BEAR, 1988:** Dynamics of fluids in porous media. American Elsevier Environmental Science Series
- COURT, 1961; FOUFOULA-GEORGIU ET AL., 1990:** zitiert bei LORENZ, SKODA
- LOVEJOY ET AL., 1986:** zitiert bei LORENZ, SKODA
- MANIAK, 1988:** Hydrologie und Wasserwirtschaft. Berlin
- OSTROWSKI, 1992:** Ein universeller Baustein zur Simulation des Systems Pflanze Boden Wasser;
- PLATZER, 1968:** Beobachtungen über die Auswirkung der extremen Hochwässer 1965 u. 1966 auf den Grundwasserkörper im Becken von Lienz, erschienen in: Steir. Beiträge zur Hydrologie,
- ILF, 1998:** Projekt Wartschenbach Geologie Oberhang, Zwischenbericht
- LORENZ, SKODA; 2000:** Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen ($D \leq 12$) mit inadäquaten Daten) für einen Forschungsbericht des Hydrografischen Dienstes, der in einem Mitteilungsblatt des Hydrogr. Dienstes Österreich (noch in Druck) vom BMLF voraussichtlich im Jahr 2000 herausgegeben wird
- GUTKNECHT,WATZINGER, 1996:** Aufbereitung und Basisanalyse der Starkregendaten aus den Hydrograf. Jahrbüchern 1948-1993; Inst. f. Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft der TU-Wien
- WLS REPORT 19, 1998:** Hydrogische Studie Wartschenbach, NS-Abfluss-Simulation zur Dimensionierung der RHB am Zetttersfeld
- WMO, 1973:** Operational Hydrology, Report No.1; Manul for estimation of probable maximum precipitation
- ZELLER, 1981:** Starkniederschläge und ihr Einfluß auf Hochwasserereignisse; Bericht Nr. 126 der Eidg. Anstalt für das forstl. Versuchswesen

9 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	GEBIETSKENNWERTE DER EINZUGSGEBIETE	5
TABELLE 2:	EREIGNISCHRONIK WARTSCHENBACH	18
TABELLE 3:	EREIGNISCHRONIK DORFBACH	19
TABELLE 4:	EREIGNISCHRONIK ZWIESLINGBACH	20
TABELLE 5:	NIEDERSCHLAGSSZENARIEN	25
TABELLE 6:	100 JÄHRLICHE BEMESSUNGSNIEDERSCHLÄGE VERSCHIEDENER DAUER	25
TABELLE 7:	TEILPROZESSE UND ARBEITSSCHRITTE IM SIMULATIONSABLAUF	30
TABELLE 8:	NASIM ERGEBNISSE WARTSCHENBACH	33
TABELLE 9:	ABLAUF DER GESCHIEBEABLAGERUNG IN DER RHB-KASKADE	35
TABELLE 10:	ERGEBNISDATEN FLO2D-SIMULATION	38
TABELLE 11:	NASIM ERGEBNISSE DORFBACH	39
TABELLE 12:	NASIM - ERGEBNISSE ZWIESLINGBACH	40
TABELLE 13:	BEMESSUNGS - ABFLÜSSE DER EINZELNEN BÄCHE.:	40
TABELLE 14:	BRUTTOABFLUSSFRACHTEN DER SZENARIEN	41
TABELLE 15:	KRITERIEN ZUR QUALITATIVEN BEWERTUNG DER VARIANTEN	54
TABELLE 16:	QUALITATIVE BEWERTUNG DER VARIANTEN	54
TABELLE 17:	GRUNDWASSERGEFÄLLE IM LIENZER TALRAUM	56
TABELLE 18:	METADATEN DER VERWENDETEN GRUNDWASSERMESSSTELLEN	57
TABELLE 19:	EXTREME FLURABSTÄNDE SEIT 1995	59

10 Formelverzeichnis

(1)	$P = P_{\max}(T_n) \exp(-k A^n)$	21
(2)	$k = 0,19 D^{-0,56}$	22

Anhang (Plandarstellungen)

Lageplan

Maßnahmenvariante „Wartschenbach 1 (W1)“

Maßnahmenvariante „Wartschenbach 2 (W2)“

Maßnahmenvariante „Dorfbach (D)“

Maßnahmenvariante „Zwieslingbach (Z)“

Vorbehaltsbereiche im Projektgebiet