

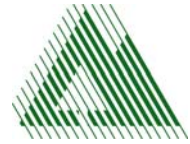
WLS REPORT 54/Band 2



**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



Bemessung



Im Auftrag:

**Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung
Gebietsbauleitung Burgenland und südliches Niederösterreich
Neunkirchnerstr. 125
A-2700 Wr. Neustadt**

Projektleitung: Hübl Johannes
Mitarbeiter: Scherz Wolfgang
Gruber Harald
Steinwendtner Harald
Pichler Andreas
Zott Fritz

Wien, November 2000

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Problemstellung	8
2 Zielsetzung	8
3 Methodik	8
3.1 METHODIK DER DATENERHEBUNG	8
3.1.1 <i>Erhebung des Ereignisniederschlags</i>	8
3.1.2 <i>Erhebung der hydrologischen und hydraulischen Prozessparameter des nach dem Ereignis 1999</i>	8
3.1.3 <i>Bodenparameter</i>	8
3.1.4 <i>Vermessung des Talbodens</i>	8
3.1.5 <i>Kartierung der Gerinnerauhigkeiten (Sohle, Vorland)</i>	9
3.2 METHODIK DER DATENBEARBEITUNG UND DATENAUSWERTUNG	9
3.2.1 <i>Bestimmung des Bemessungsniederschlags</i>	9
3.2.2 <i>Verwendung eines Niederschlag-Abfluss-Modells</i>	9
3.2.3 <i>Hydraulische Simulation</i>	9
3.2.4 <i>Darstellung der Überschwemmungsflächen</i>	10
3.2.5 <i>Abschätzung der Geschiebefrachten der Seitenzubringer</i>	10
4 Hydrologie	10
4.1 MODELLANSÄTZE	11
4.2 ARBEITSABLAUF ZUR MODELLERSTELLUNG	12
4.2.1 <i>Allgemeines</i>	13
4.2.2 <i>NAGIS</i>	14
4.2.3 <i>Zeitflächenfunktion (ZFL)</i>	15
4.2.3.1 <i>Allgemeines (HYDROTEC 1998b)</i>	15
4.2.3.2 <i>Datengrundlagen</i>	15
4.2.3.3 <i>Berechnungsablauf</i>	16

4.2.3.4	Ausgabedateien	17
4.3	GEBIETSKENNWERTE	18
4.3.1	<i>DHM</i>	18
4.3.2	<i>Landnutzung</i>	18
4.3.3	<i>Bodenthema</i>	20
4.3.4	<i>Einzugsgebietsgliederung</i>	22
4.4	ZEITFLÄCHENFUNKTION FÜR DAS EINZUGSGEBIET	23
4.4.1	<i>Eingangsparameter</i>	23
4.4.2	<i>Ergebnis der Zeitflächenfunktion</i>	23
4.5	MODELLAUFBAU IN NASIM	24
4.6	ERMITTLUNG DES BEMESSUNGSNIEDERSCHLAGES	25
4.6.1	<i>Methodik</i>	25
4.6.2	<i>Modellausgabe</i>	25
4.6.3	<i>Abminderung von PunktNS auf GebietsNS</i>	26
4.6.4	<i>Bemessungsniederschlag</i>	28
4.7	NIEDERSCHLAGSSZENARIEN	29
4.8	KALIBRIERUNG DES NA-MODELLS	31
4.9	ERGEBNISSE DER NA-SIMULATION	33
4.9.1	<i>Seitengraben</i>	33
4.9.1.1	Tabellarische Auflistung hydrologischer Kenngrößen	34
4.9.1.2	Ganglinien	35
4.9.2	<i>Gesamtes EZG bis zur Kompetenzgrenze in Kirchau</i>	38
4.9.2.1	Tabelle	38
4.9.2.2	Ganglinien	38
4.9.3	<i>Aufteilung der Abflussfrachten und der Abflußbeiwerte</i>	42
5	Hydraulik	43
5.1	ANWENDUNGSBEREICH JABRON	43
5.2	ARBEITSABLAUF ZUR MODELLERSTELLUNG	44
5.2.1	<i>Profilgenerierung</i>	44
5.2.2	<i>Festlegung der Rauigkeitsbeiwerte</i>	46
5.2.3	<i>Eingangswerte</i>	47
5.3	BERECHNUNG	47
5.4	ERGEBNISSE DER HYDRAULISCHEN SIMULATION	47
5.4.1	<i>Generierung der Überflutungstiefen</i>	48
5.4.2	<i>Überflutungstiefenkarten</i>	48

6	Geschiebe	59
7	Zusammenfassung und Ausblick	61
8	Literaturverzeichnis	62

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: STRUKTURIERUNG VON NASIM	12
ABBILDUNG 2: ARBEITSABLAUF BEI DER MODELLERSTELLUNG	13
ABBILDUNG 3: LANDNUTZUNG IM EINZUGSGEBIET	19
ABBILDUNG 4: IN DAS MODELL EINGEHENDE BODENKLASSEN	20
ABBILDUNG 5: HYDROLOGISCHE GLIEDERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	22
ABBILDUNG 6: DIALOG ZUR ZFL	23
ABBILDUNG 7: LOKALE FLIEßGESCHWINDIGKEITEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET [M/S]	24
ABBILDUNG 8: GEBIETSNIEDERSCHLAG DURCH REDUKTION VON PUNKTNIEDERSCHLÄGEN	27
ABBILDUNG 9: GEGENÜBERSTELLUNG DER HD-WERTE MIT DEN MODELLANGABEN NACH SKODA & LORENZ	28
ABBILDUNG 10: GEGENÜBERSTELLUNG BEOBACHTETER SPEZ. ABFLÜSSE ZU SIMULIERTEN ABFLÜSSEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER EINZUGSGEBIETSFLÄCHE	29
ABBILDUNG 11: TEILUNG DES EINZUGSGEBIETES	30
ABBILDUNG 12: RÜCKGERECHNETE ABFLÜSSE	32
ABBILDUNG 13: GEGENÜBERSTELLUNG DER SIMULIERTEN ABFLUSSFRACHTEN DER SEITENGRÄBEN ZUM GESAMTEN EINZUGSGEBIET	42
ABBILDUNG 14: GEGENÜBERSTELLUNG DER ABFLUßBEIWERTE DER SEITENZUBRINGER NACH LANDNUTZUNGSFORMEN	43
ABBILDUNG 15: ÜBERSICHT PROFILSCHNITTLINIEN	45
ABBILDUNG 16: QUERPROFILDARSTELLUNG JABRON (ÜBERHÖHT)	45
ABBILDUNG 17: RAUHIGKEITSKLASSEN	46
ABBILDUNG 18: DVWK BEWUCHSKLASSEN	46
ABBILDUNG 19: ALLGEMEINE ANFANGSBEDINGUNGEN	47
ABBILDUNG 20: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN EREIGNIS 08.99	49
ABBILDUNG 21: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns60FA_SL100	50
ABBILDUNG 22: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns60VA_SL100	51
ABBILDUNG 23: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns60HA_SL100	52
ABBILDUNG 24: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns120FA_SL100	53
ABBILDUNG 25: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns120VA_SL100	54
ABBILDUNG 26: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns120VA_SL100	55
ABBILDUNG 27: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns240FA_SL100	56
ABBILDUNG 28: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN Ns240VA_SL100	57

ABBILDUNG 29: ÜBERFLUTUNGSTIEFEN NS240HA_SL100 58

ABBILDUNG 30: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN MITTLEREM BACHGEFÄLLE UND SPEZ. GESCHIEBE-
FRACHT DER SEITENZUBRINGER FORSTERGRABEN, LAAERGRABEN UND
FELBERGRABEN, SOWIE DER SPEZ. BEMESSUNGSGESCHIEBEFRACHTEN 60

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	PARAMETER ZU DEN LANDNUTZUNGSKLASSEN	19
TABELLE 2:	PARAMETER ZU DEN DEFINIERTEN BODENKLASSEN	20
TABELLE 3:	ZU DEN BODENKLASSEN GEHÖRENDE EIGENSCHAFTEN DER BODENARTEN	21
TABELLE 4:	NIEDERSCHLAGSSZENARIEN	31
TABELLE 5:	NIEDERSCHLAGSHÖHEN FÜR SEITENGRÄBEN	31
TABELLE 6:	VERGLEICH VON BEOBACHTETEN UND SIMULIERTEN ABFLÜSSEN	33
TABELLE 7:	ERGEBNISSE DER SEITENGRÄBEN BEI 30 MIN.	34
TABELLE 8:	ERGEBNISSE DER SEITENGRÄBEN BEI 45 MIN.	34
TABELLE 9:	ERGEBNISSE DER SEITENGRÄBEN MIT NS60 FA SL100	34
TABELLE 10:	ERGEBNISSE DER SEITENGRÄBEN MIT NS120 FA SL100	34
TABELLE 11:	ERGEBNISSE DER SEITENGRÄBEN MIT NS240 FA SL100	35
TABELLE 12:	ÜBERSICHT ZU NIEDERSCHLAGSSZENARIEN UND DAZUGEHÖRENDE ERGEBNISGRÖßEN	38
TABELLE 13:	BEIM EREIGNIS 1999 AUFGETRETENE GESCHIEBEFRACHTEN	59
TABELLE 14:	BEMESSUNGS-GESCHIEBEFRACHTEN DER EINZELNEN SEITENGRÄBEN	60

1 Problemstellung

Für das Risikokzept Haßbach sollen hydrologische und hydraulische Bemessungsgrößen ermittelt werden, wobei das Ereignis 1999 für die Abgrenzung dieser Größen herangezogen wird.

2 Zielsetzung

Festlegung des Bemessungsniederschlags, der Abflussganglinien, der Geschiebefrachten und der räumlichen Verteilung der Überflutungstiefen als Grundlage für die Maßnahmenplanung.

3 Methodik

3.1 Methodik der Datenerhebung

3.1.1 Erhebung des Ereignisniederschlags

Im Zuge der Dokumentation des Ereignisses August 1999 wurden die Niederschlagsmengen mittels Befragung ortsansässiger Aufzeichner erhoben (vgl. Band 1).

3.1.2 Erhebung der hydrologischen und hydraulischen Prozessparameter des nach dem Ereignis 1999

Im Anschluss an das Ereignis 1999 wurden die im Gelände sichtbaren Anschlaglinien und die Überflutungstiefen an einigen Punkten kartiert, daraus die Abflussspitzen rückgerechnet und die Geschiebefrachten der einzelnen Seitengräben ermittelt (vgl. Band 1).

3.1.3 Bodenparameter

Mittels quer über den Talraum gelegter Transekte wurden die Eigenschaften der Böden im Haßbachtal aufgenommen. Die Ansprache der Bodentypen, der Bodenarten sowie der Gründigkeit des Solums erfolgte mit dem Schlagbohrer.

3.1.4 Vermessung des Talbodens

Durch eine terrestrische Vermessung wurde der Talraum von der Ortschaft Haßbach bis zur Kompetenzgrenze in Kirchau (Gde. Warth) aufgenommen. Dabei wurde

neben dem Gerinneprofil das Vorland bis zu einer Geländehöhe von mindestens 3,0 m über der Bachsohle berücksichtigt.

3.1.5 Kartierung der Gerinnerauhigkeiten (Sohle, Vorland)

Im Vermessungsabschnitt wurden die Rauigkeiten nach STRICKLER sowohl für das Gerinne selbst (Sohle, Uferbereich) als auch für das Vorland (Landbedeckungsart, Höhe des Bewuchses, etc.) kartiert.

3.2 Methodik der Datenbearbeitung und Datenauswertung

3.2.1 Bestimmung des Bemessungsniederschlages

Durch Vergleich bestehender HD-Werte (Hydrografischer Dienst) mit den Aufzeichnungen des Ereignisniederschlages konnte festgestellt werden, dass die Angaben des Hydrografischen Dienstes geringer als erwartet waren. Nach Rücksprache mit dem HD-Niederösterreich wurde in Erfahrung gebracht, dass die Niederschlagsangaben in Zukunft nach oben revidiert werden sollen. Daher musste auf alternative Bemessungsniederschläge (Modell nach Skoda & Lorenz 2000) zurückgegriffen werden.

3.2.2 Verwendung eines Niederschlag-Abfluss-Modells

Zur Identifizierung der Eingangsparameter im Niederschlag-Abfluss-Modell „NASIM“ (HYDROTEC, Aachen) musste ein DHM (Digitales Höhenmodell) aufgebaut werden. Diesem wurden die Parameter Landnutzung und Bodeneigenschaften zugewiesen. Zusätzlich mussten Zeitreihen für verschiedene Niederschlagsszenarien sowie Temperatur und Verdunstung erstellt werden. Das NA-Modell wurde anhand der Ereignisdaten und der Ergebnisse der Ereignisanalyse kalibriert.

3.2.3 Hydraulische Simulation

Für die Wasserspiegellinienberechnung mit dem Softwarepaket „JABRON“ (Fa. Hydrotec) wurden die Ergebnisse aus der Niederschlag-Abfluss-Modellierung herangezogen. Weiters fanden die aus der Vermessung im Haßbachtal generierten Querprofile mit den erhobenen Rauigkeiten Eingang. Die Modellannahmen wurden

an den nach dem Ereignis 1999 aufgenommenen Anschlaglinien und Überschwemmungstiefen kalibriert.

3.2.4 Darstellung der Überschwemmungsflächen

Die Spiegellage wurde mit dem aus der Vermessung erstellten Geländemodell verschnitten, woraus sich die Wasser-Land-Grenzlinien ergeben (= Digitales Wasseroberflächenmodell, DWM). Um Überschwemmungstiefen darstellen zu können, wurden die Wasserspiegelhöhen von den Höhen des Geländes subtrahiert. Daraus ergibt sich ein farbcodierter Tiefengrid.

3.2.5 Abschätzung der Geschiebefrachten der Seitzubringer

Die beim Ereignis 1999 aufgetretenen Geschiebefrachten (s. Band 1) werden als Grundlage für die Bemessung der Maßnahmenvarianten herangezogen. Für den außerhalb der stärksten Niederschlagsintensitäten liegenden Ponholzgraben wurden, aufgrund der starken Korrelation der durchschnittlichen Gerinneneigung der Zubringer mit den aufgetretenen Geschiebefrachten, die Geschiebefrachten aus den benachbarten Einzugsgebieten übertragen.

4 Hydrologie

Die hydrologischen Ausgangsdaten werden im allgemeinen durch Anwendung von Niederschlag-Abflussmodellen erarbeitet. Ziel der Modellanwendung ist die Ermittlung von Hochwasserabflüssen unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeit aus entsprechenden Starkregen-Ereignissen (Hochwassersimulation). Das am Institut in vielfacher Hinsicht eingesetzte und bewährte NA-Modell „NASIM“ wurde zur Simulation des Ereignisses vom 7. August 1999 sowie verschiedener Szenarien herangezogen.

Die Aachener Firma HYDROTEC hat dieses Modell entwickelt, das zur kontinuierlichen Abflussvorhersage in Einzugsgebieten herangezogen werden kann. Das Modell, kurz NASIM (**N**iederschlags- **A**bfluss- **S**IMulation) genannt (derzeitige Version 2.7.1), kann den deterministischen Modellen zugerechnet werden. Das Programm wurde für deutsche Verhältnisse konzipiert, deshalb sind hinsichtlich der klimatischen, topographischen und hydrologischen Eingangsparameter Anpassungen an das jeweilige Einsatzgebiet vorzunehmen.

Mit NASIM sind eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten gegeben, die von der Vorhersage des Verlaufes von Hochwasserwellen, über die Simulation von Schneeschmelzprozessen im alpinen Bereich bis hin zur langfristigen Beobachtung hydrologischer Prozesse reichen (PRESSLAUER 1994: 46; vgl. HÜBL et al. 1998; HYDROTEC 1999).

4.1 Modellansätze

Das Modell ist aus 5 Teilprozessen aufgebaut (Abbildung 1). Dazu zählen:

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

Auf Grund der Fülle an Arbeiten mit dem Modell NASIM kann die allgemeine Beschreibung der Teilprozesse, die aus Abbildung 1 hervorgehen, als bekannt vorausgesetzt werden (siehe HYDROTEC NASIM - Dokumentation, 1991; vgl. PRESSLAUER 1994; ZEININGER 1995; HÜBL et al. 1998; PICHLER 2000).

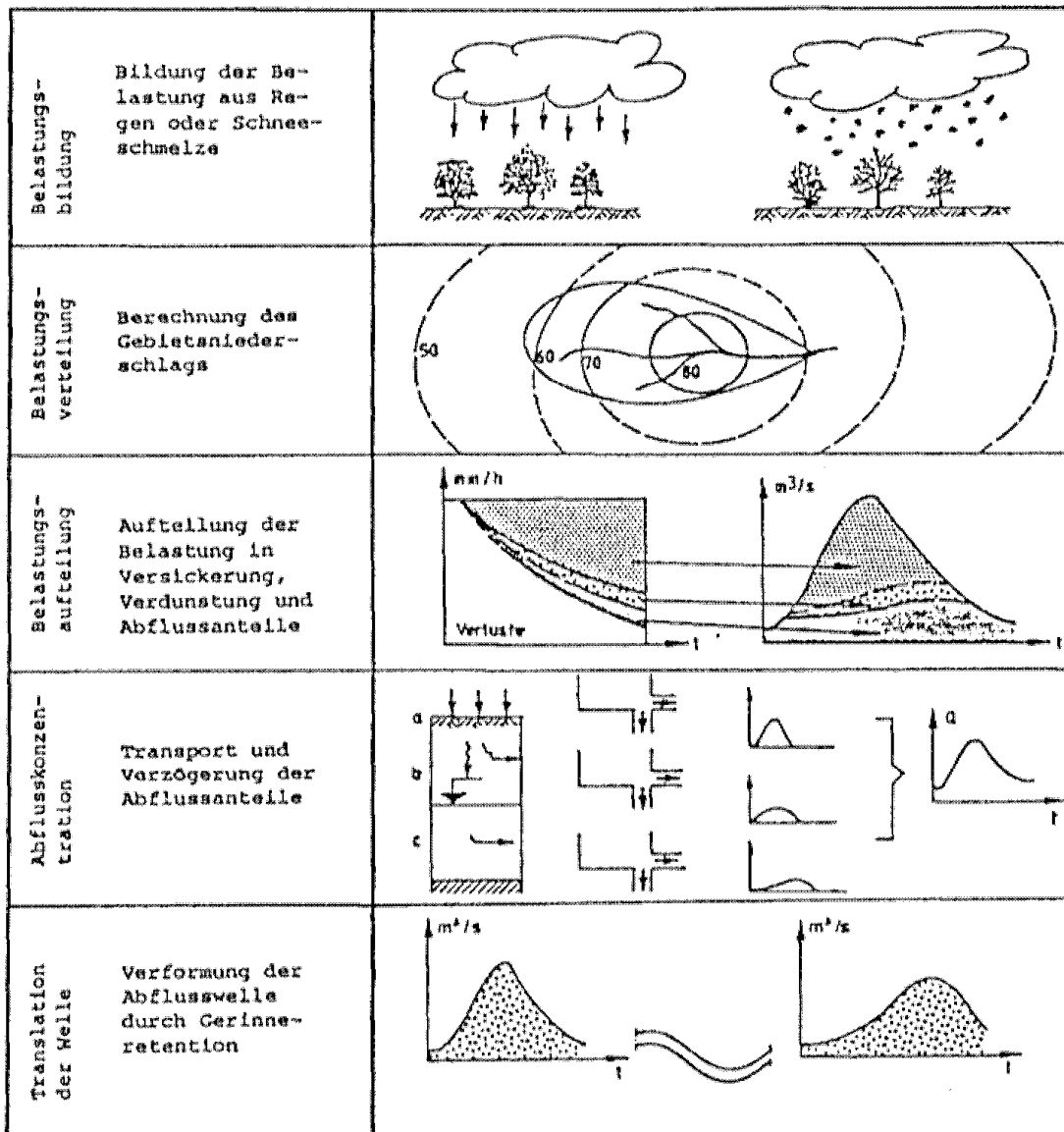


Abbildung 1: Strukturierung von NASIM (OSTROWSKI & WOLF-SCHUMANN 1991)

4.2 Arbeitsablauf zur Modellerstellung

Der Arbeitsablauf zur Modellerstellung präsentiert sich in Abbildung 2 (HYDROTEC 1998a). Ein erster Schritt wird in der Erstellung thematischer Karten gesehen. Diese Eingangsdaten werden später im GIS verschnitten bzw. zur Berechnung der Zeitflächenfunktion (ZFL) benötigt. Nach der Erzeugung der Persistenzdatei in NASIM kann mit der eigentlichen Simulation begonnen werden. Die Ergebnisse der Simulation sind wieder über die NAGIS – Schnittstelle im GIS visualisierbar.

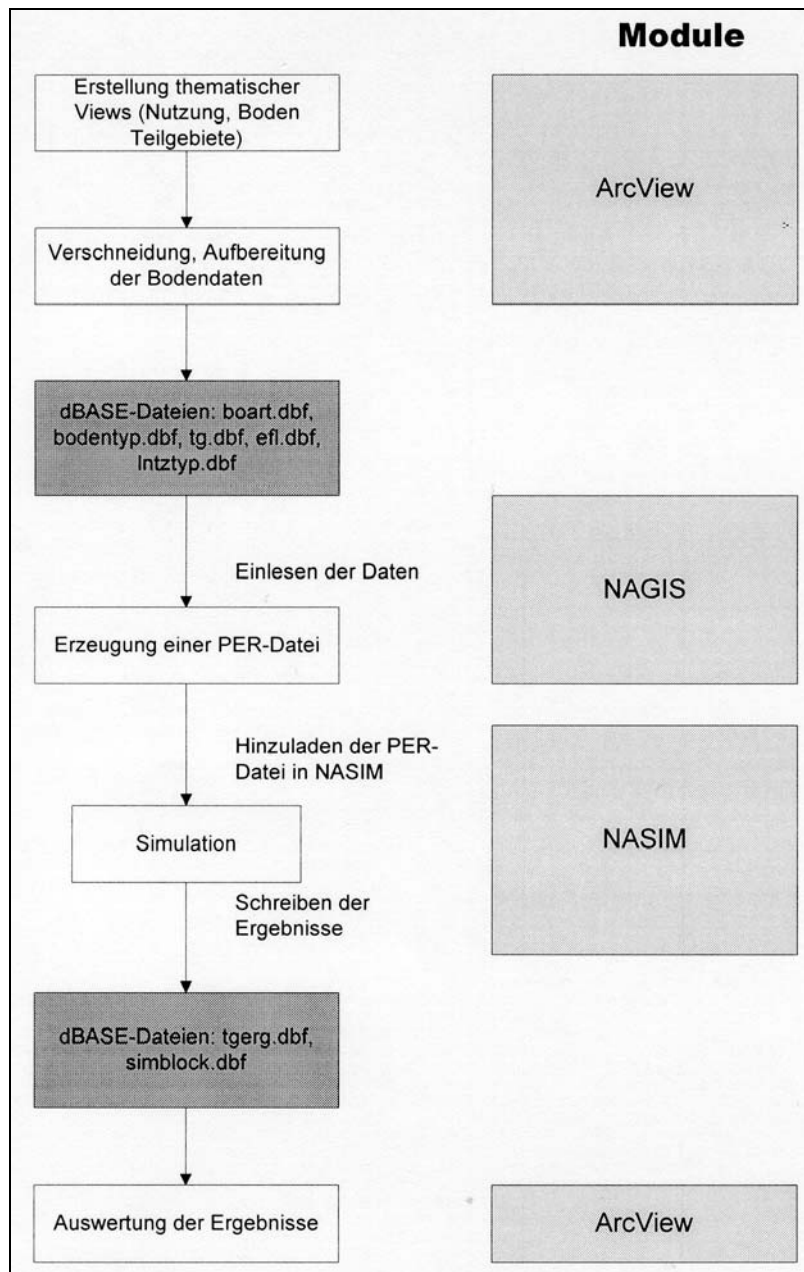


Abbildung 2: Arbeitsablauf bei der Modellerstellung. Quelle: HYDROTEC (1998a)

4.2.1 Allgemeines

Bei der Erstellung eines NA – Modells können alle raumbezogenen Eingangsdaten mit Hilfe eines GIS erstellt und verwaltet werden.

Im Hinblick auf NASIM sind hier vor allem

- Höhenmodell

- Teilgebiete (sind meist hydrologisch klar abgrenzbare Teilbereiche eines EZG)
- Bodenkarte (mit Bodentypen, Bodenarten, Horizontmächtigkeiten, etc.)
- Landnutzungsarten (Rasen, Wiese, Wald, Acker, Siedlung, etc.)
- Elementarflächen (EFL); Diese sind das Produkt der Verschneidung von Boden- sowie Nutzungs- und Einzugsgebietspolygonen. Jede EFL hat also eine homogene Nutzung, einen homogenen Boden und gehört zu einem bestimmten Teilgebiet.

zu nennen (HYDROTEC 1998a,b).

Der Vorteil liegt in der einmaligen Erstellung der Themen. Jedes Thema hat eine zugehörige Attribut – Tabelle, die Verweise auf Tabellen außerhalb des GIS enthalten können. Solche Tabellen bilden eine Schnittstelle zu NASIM.

Die Ergebnisse der Simulationen mit NASIM können wiederum mit Hilfe eines GIS visualisiert oder weiterbearbeitet werden. Ergebnisse, die den Teilgebieten zugeordnet werden können, sind

- Summe Gebietsniederschlag
- aktuelle und potentielle Verdunstung
- Abflussspende
- maximaler Abfluss Teilgebiet
- maximaler Abfluss im EG
- Infiltration
- Exfiltration
- Abflussvolumen

4.2.2 NAGIS

Die ArcView™ Extension **NAGIS** (HYDROTEC 1998a) erzeugt eine Inputdatei mit dem Namen *nagis.per* für NASIM. Dabei werden geländespezifische Parameter wie Boden- (inkl. Bodenart), Landnutzungs- und Teilgebietsdaten im GIS zu

Elementarflächen verschnitten, und mit einer auf DOS-Ebene exekutierbaren EXE-Datei (*nagis.exe*) in das NASIM - Format *nagis.per* konfiguriert.

4.2.3 Zeitflächenfunktion (ZFL)

4.2.3.1 Allgemeines (HYDROTEC 1998b)

Die Zeitflächenfunktion (derzeitige Version 1.0) ist ein NASIM GIS - Zusatzmodul und beschreibt die Translation einer Welle auf der Oberfläche, d.h. eine Verlagerung einer Welle in der Zeit ohne Retention.

Die Funktion gibt für jeden Zeitpunkt das Ausmaß der Fläche wieder, die zum Oberflächenabfluss dieses Zeitpunktes, bezogen auf den Gebietsauslass, beiträgt. Mit der Konzentrationszeit nach KIRPICH wird die benötigte Zeit berechnet, die zur gesamten Entwässerung des Einzugsgebietes nötig ist.

Die Zeitflächenfunktion ist abhängig von:

- Gebietsgröße
- Gebietsform
- Inklination im berechneten Abschnitt
- Oberflächenrauigkeit
- Gewässerdichte
- Fließtiefe

4.2.3.2 Datengrundlagen

Als Datengrundlage wird zur Berechnung der Zeitflächenfunktion ein

- DHM
- Digitale Teilgebietsgrenzen
- den Teilgebieten zuordenbare Landnutzungsdaten
- Gewässer als digitale Linieninformation

benötigt.

4.2.3.3 Berechnungsablauf

(i) Berechnung des Gebietsauslasses

Die Berechnung des Gebietsauslasses kann auf zwei Arten erfolgen:

- Durch Ermittlung jener Rasterzelle, die den höchsten Akkumulationswert besitzt.
- Durch Verschneidung der Teilgebietsgrenzen mit dem Gewässerthema, wobei bei mehreren Schnittpunkten jener ausgewählt wird, der die geringste Höhe besitzt.

(ii) Behandlung der Teilgebietsgrenzen

Zur Sicherstellung, dass alle Zellen im Teilgebiet zum Auslass entwässern, wird um das Teilgebiet eine „Mauer“ aus Rasterzellen mit einer ausreichend großen Geländehöhe gelegt.

(iii) Füllen der Senken

Alle Senken im Geländemodell, die bei der Berechnung des Fließweges unweigerlich zu einer Endlosschleife führen würden, werden auf die Höhe der niedrigsten Nachbarzelle aufgefüllt.

(iv) Berechnung der Akkumulation und der Fließrichtung im Teilgebiet

Für jede Zelle wird die Anzahl ihrer Oberlieger (Akkumulation) und durch die Fließrichtung ihre Nachfolgerzelle ermittelt.

(v) Berechnung des Gefälles im Teilgebiet

Entsprechend der Spatial Analyst Funktion Slope wird das Gefälle berechnet.

(vi) Berechnung der lokalen Fließgeschwindigkeit im Teilgebiet

Für jede Zelle wird die Fließgeschwindigkeit zur Nachfolgerzelle berechnet. Für Zellen, die laut einem vorher definierbaren Schwellenwert Gerinneabfluss oder Gewässerthema nicht im Gerinne liegen, erfolgt die Berechnung nach MANNING-STRICKLER für Oberflächenabfluss. Ansonsten ist die Geschwindigkeit gleich der angegebenen Gerinnegeschwindigkeit.

(vii) Berechnung der Fließzeiten jeder Zelle im Teilgebiet zum Auslass

Durch die Berechnung der Fließwege gewichtet mit der lokalen Geschwindigkeit erhält man für jede Zelle die Zeit, die der Entwässerungszeit zum Auslass entspricht.

(viii) Bildung der Zeitflächenfunktion

Es kommt zu einer Klassifizierung der Zellen anhand ihrer Fließzeiten. Für jede Fließzeit, die Obergrenze einer Klasse ist, wird die zugehörige Fläche ermittelt durch Aufsummierung der Flächen aller Zellen, die diese Fließzeit unterschreiten.

(ix) Ausgabe von TAPE20 und Ergebnisthemen in ArcView bzw. optionale Berechnung von Kennwerten

4.2.3.4 Ausgabedateien

Neben dem TAPE20, in dem die Zeit-Flächen-Funktionen stehen, erhält man als zusätzliches Ergebnis der ZFL GIS – Themen und eine dBASE - Datei „*zfl*.dbf*“, in der Kennwerte zur Berechnung der Zeitflächenfunktion abgelegt werden.

Die GIS – Themen, die als Grid ausgegeben werden, beinhalten ein Thema mit den Isochronen aller selektierter Teilgebiete (*isochr**). Das Thema „globale Akkumulation“ (*globacc**) wird dann ausgegeben, wenn die Auslasspunkte der Teilgebiete über die Akkumulation berechnet werden. Dazu muss zunächst die Akkumulation über das gesamte Gebiet bestimmt werden, deren Ergebnis in der „*globacc**“ visualisiert werden kann.

4.3 Gebietskennwerte

4.3.1 DHM

Das DHM wurde durch Höhenzuordnung der vektorisierten Höhengschichtenlinien (M 1:10.000; Quelle: BEV) und anschließender Triangulierung erstellt. Als Zusatzinformationen wurden vom BEV Daten zu Landnutzung und Gewässernetz erworben. Das TIN wurde in der Software-Lösung ARCVIEW™ zu einem Grid mit der Maschenweite von 20 m konvertiert. Daraus lassen sich automatisiert Geländeparameter wie Neigungsverhältnisse, Exposition, etc. ableiten.

Aus programmspezifischen und konzeptuell-hydrologischen Gründen ist eine Unterteilung des gesamten Einzugsgebietes in Teileinzugsgebiete sinnvoll. Um Fehler in den Höhendaten bzw. durch die Maschenweite der Rasterzellen bedingte Artefakte (Senken) im DHM eliminieren zu können, wurde mit dem Befehl „fill“ (Menüpunkt „hydro“ in ArcView) eine Füllung der Senken durchgeführt.

4.3.2 Landnutzung

Die unterschiedlichen Landnutzungsformen beeinflussen maßgeblich das Abflussverhalten in einem Einzugsgebiet. Aus diesem Grund sind die räumliche Verteilung und die qualitativen Eigenschaften der Landnutzungsklassen von wesentlicher Bedeutung.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung der einzelnen Landnutzungsklassen im Untersuchungsgebiet.

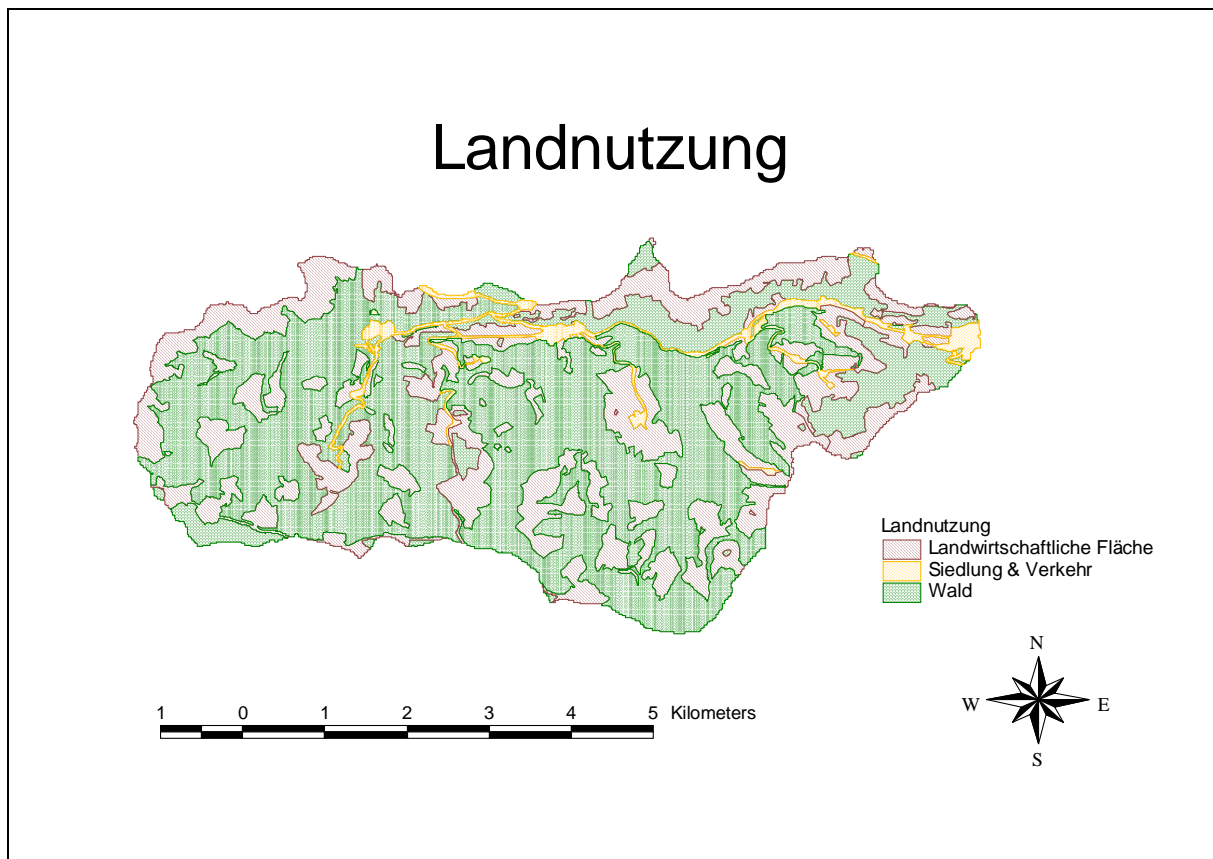


Abbildung 3: Landnutzung im Einzugsgebiet

Die qualitativen Eigenschaften werden durch die Parameter Durchwurzelungstiefe, Interzeption, Versiegelungsgrad und der Rauigkeit bestimmt (siehe Tabelle 1).

Landnutzung	Durchwurzelungstiefe[m]	Interzeption [mm]	Versiegelung[%]	KS-Wert
Landwirtschaftliche Flächen	0.5	2	0.0	10
Siedlung	0.5	1	95.0	20
Wald	1.0	8	0.0	8

Tabelle 1: Parameter zu den Landnutzungsklassen

Der Landnutzungsbereich „Landwirtschaftliche Flächen“ beinhaltet sowohl Acker-, Brach- als auch Grünlandflächen (Wiese, Weide; Streuobstflächen) und wurde auf Grundlage der Österreichischen Bodenkartierung (1972), Blatt „Neunkirchen“, ausgewiesen und in ArcView digitalisiert. Der Landnutzungsbereich „Siedlung und Verkehr“ wurde direkt vom Orthofoto (September 1999) digitalisiert. Der Landnutzungsbereich „Wald“ wurde vom BEV erworben.

Die Durchwurzelungstiefen wurden als Erfahrungswerte angesetzt. Die Angaben zu Interzeption und KS-Wert stammen aus der Nasim Dokumentation (HYDROTEC 1994:11f). Der Versiegelungsgrad wurde gutachtlich geschätzt.

4.3.3 Bodenthema

Das NA-Modell „NASIM“ fasst den Boden als Zwischenspeicher auf, wobei hier über verschiedene Prozesstypen das Abflussverhalten gesteuert wird.

Im Herbst 1999 wurden entlang von Transekten die Bodeneigenschaften im Einzugsgebiet bestimmt. Da Ähnlichkeiten der Bodeneigenschaften (Mächtigkeit, Bodenart, Humustyp usw.) in Bezug auf die Hanglage festgestellt wurden, konnten 4 repräsentative Bereiche ausgeschieden werden. (siehe Abbildung 4 und Tabelle 2)

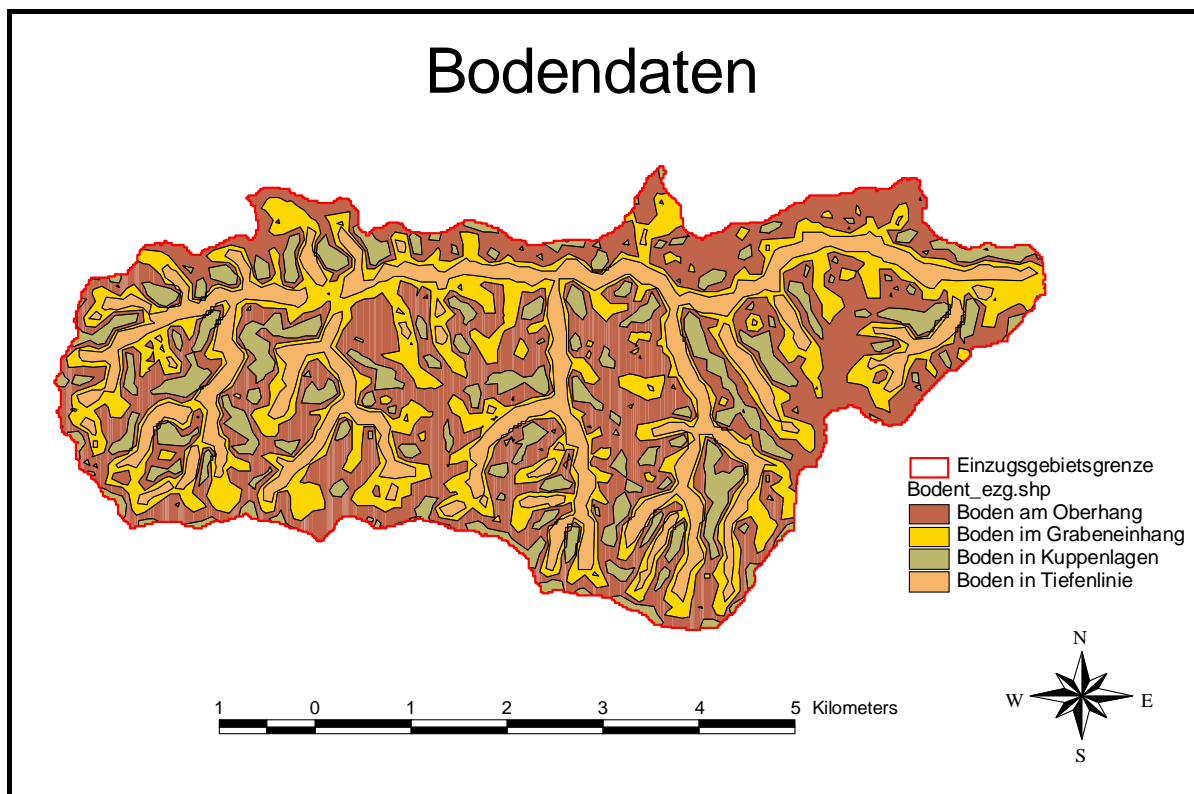


Abbildung 4: In das Modell eingehende Bodenklassen

NAME	ANZSCH	BODEN_ID	BOART_ID1	DICKE1	BOART_ID2	DICKE2	BOART_ID3	DICKE3	BOART_ID4	DICKE4	NFK	NLK	KF
Alluvialboden	4	1	5	0,50	6	0,50	7	0,50	8	0,50	337,50	857,50	74,77
Grabeneinhang	4	2	1	0,10	2	0,30	3	0,30	4	0,30	207,30	357,30	18,54
Oberhang	4	3	1	0,30	2	0,10	3	0,20	4	0,10	106,30	216,30	26,13
Kuppenlage	3	4	9	0,05	2	0,20	3	0,15	0	0,00	60,15	155,25	10,67

Tabelle 2: Parameter zu den definierten Bodenklassen

Dabei bedeuten:

ANZSCH	Anzahl der Bodenschichten
D_i	Schicht Nr.
BOART_ID _i	Bodenart-ID Nr.
NFK	nutzbare Feldkapazität [mm/m]
NLK	nutzbare Luftkapazität [mm/m]
KF	gesättigte hydraulische Leitfähigkeit [mm/h]
WP	Welkepunkt [mm/m]
GPV	Gesamtporenvolumen [mm/m]
INF	maximale Infiltrationsrate [mm/h]
FK	Feldkapazität [mm/m]

Die Anzahl der Schichten und die dazugehörigen Mächtigkeiten wurden im Zuge der Bodenkartierung bestimmt. Die Kennwerte zu den Bodenarten wurden aus den DVWK Richtlinien (1982: 3-7) entnommen.

LABEL	BOART_ID	DVWK	WP	FK	GPV	KF
Braunerde_T23_S1	1	Uls	214	274	424	70,0
Braunerde_T234_S	2	UI	167	305	455	40,0
Braunerde_T234_S	3	UI	95	307	507	20,0
Braunerde_T123_S	4	UI	161	482	582	10,0
Alluv.boden_T1_S	5	gS	16	107	407	125,0
Alluv.boden_T1_S	6	mS	37	274	514	80,0
Alluv.boden_T1_S	7	fS	49	305	505	40,0
Alluv.boden_T1_S	8	gS	16	107	407	125,0
Braunerde_T4_S1	9	Hh, z1	3	18	720	2,0

Tabelle 3: Zu den Bodenklassen gehörende Eigenschaften der Bodenarten

4.3.4 Einzugsgebietsgliederung

Die Abgrenzung erfolgt aufgrund der Wasserscheiden auf der Oberfläche. Unterirdische Wasserscheiden konnten aus Mangel an Informationen nicht berücksichtigt werden (siehe Abbildung 5).

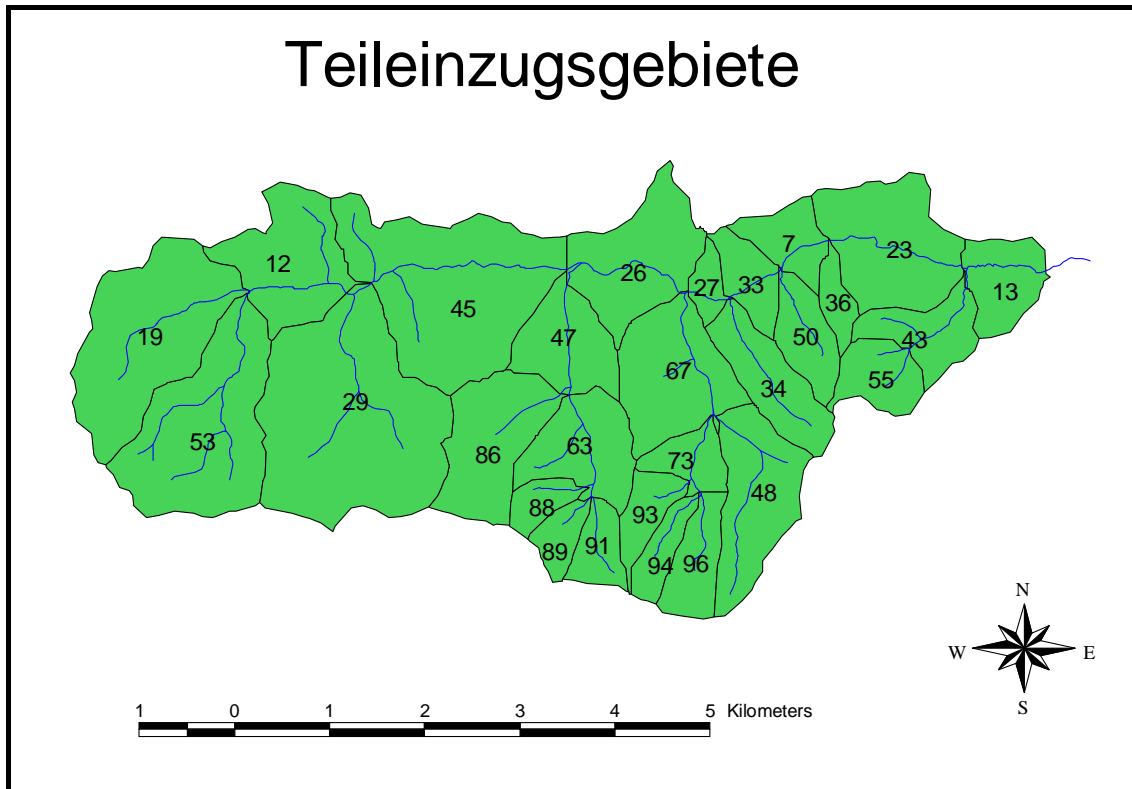


Abbildung 5: Hydrologische Gliederung des Untersuchungsgebietes

Die Ziffern in den Teileinzugsgebieten entsprechen der Systemelementnummer in NASIM.

4.4 Zeitflächenfunktion für das Einzugsgebiet

4.4.1 Eingangsparameter

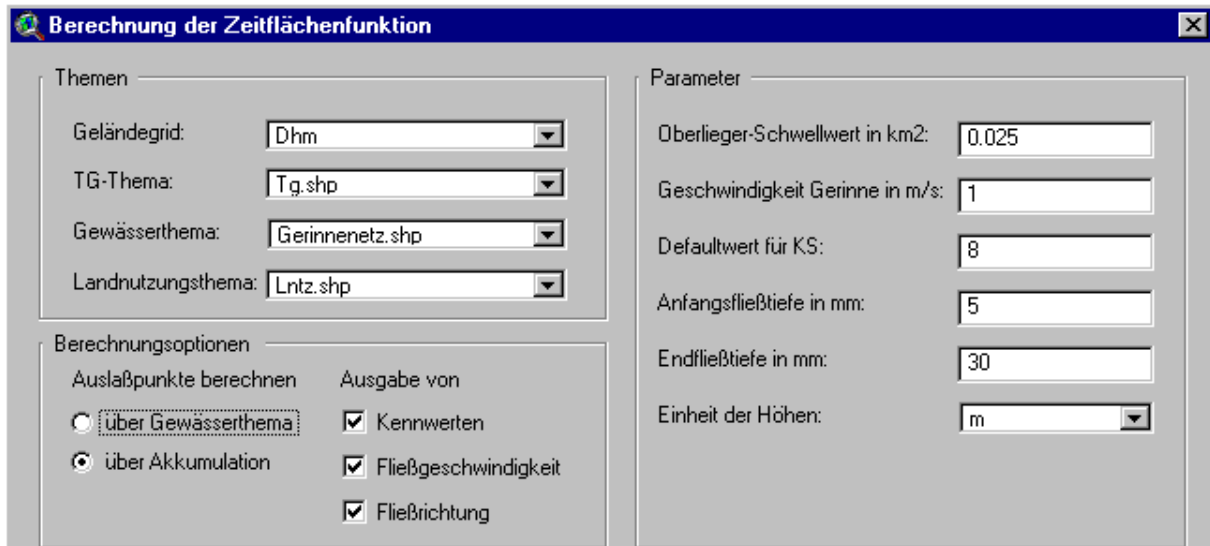


Abbildung 6: Dialog zur ZFL

Der Oberlieger - Schwellwert [km²] gibt die Anzahl der Zellen der durch sie entwässerten höherliegenden Zellen an, d.h. Zellen, die eine bestimmte Anzahl (Schwellwert) von oberliegenden Zellen entwässern, bilden dann das Gewässernetz. Die Geschwindigkeit im Gerinne muss gutachterlich festgehalten werden. Der Default-Wert für den K_s Parameter wird dann gesetzt, wenn in einem Teilgebiet keine Rauheitsangaben festgelegt wurden.

Die Berechnungsoption zu den Auslasspunkten wurde hier über die Akkumulation gewählt. Dabei wird für jedes Teilgebiet die Gridzelle mit der größten Akkumulation als Auslass bestimmt.

4.4.2 Ergebnis der Zeitflächenfunktion

Wie in Kapitel 4.2.3 zur ZFL erwähnt, erhält man als Ergebnis der Zeitflächenfunktion Gridthemen mit der globalen Akkumulation, den Isochronen zu den Teileinzugsgebieten und einen Grid mit der Verteilung der Fließgeschwindigkeiten im Teileinzugsgebiet (Abbildung 7). Hierbei muss berücksichtigt werden, dass „NASIM“ mit Reinwasserabflüssen rechnet.

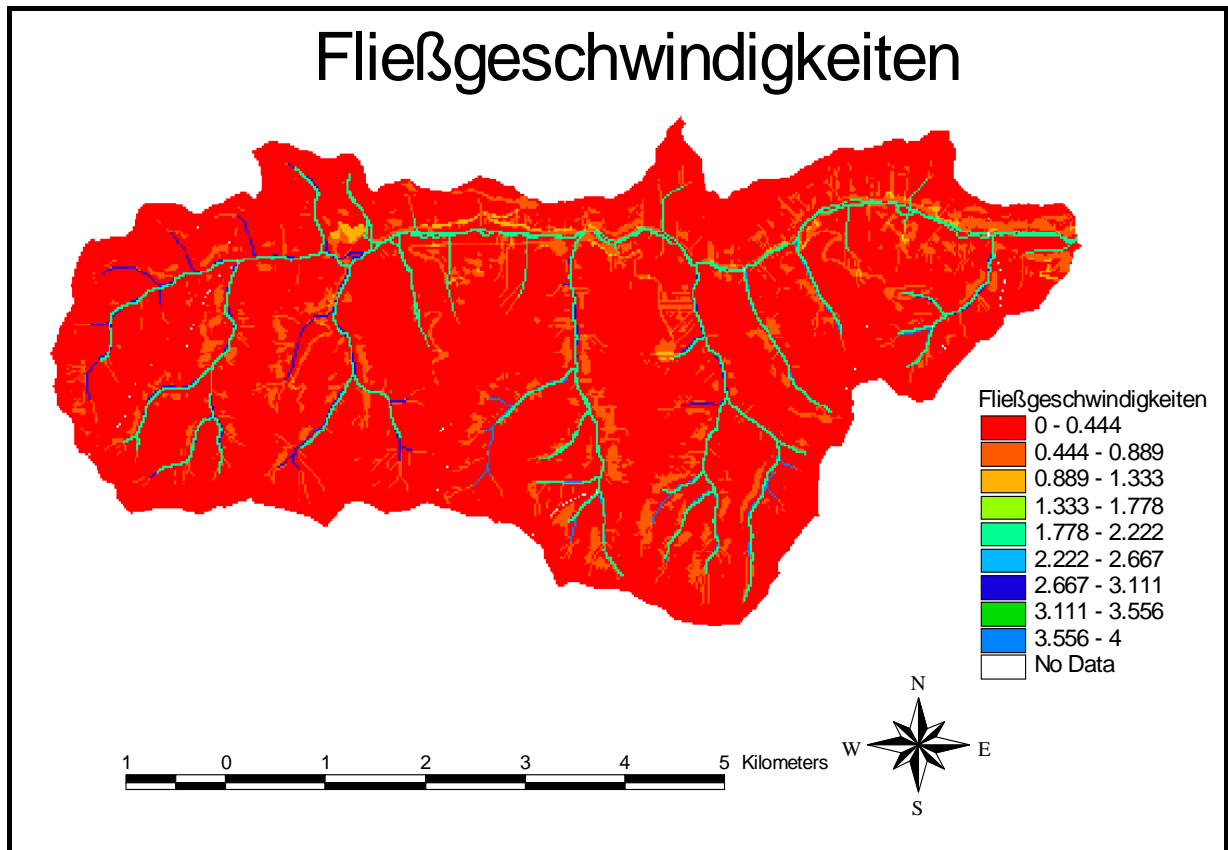


Abbildung 7: Lokale Fließgeschwindigkeiten im Untersuchungsgebiet [m/s]

4.5 Modellaufbau in NASIM

Nachdem die Eingangsdaten für die Simulation bereitstehen, kann mit dem eigentlichen Aufbau der Modellstruktur in NASIM begonnen werden. Dazu wird eine Persistenzdatei erstellt, in der alle Kennwerte zu den Teileinzugsgebieten abgelegt und gespeichert werden („*Hassbach*.per*“). Mittels der von der Fa. Hydrotec verfügbaren ArcView - Extension „NAGIS“ können die vorhin genannten Eingangsdaten (Boden-, Landnutzungs- und Teilgebietsdaten) im GIS zu Elementarflächen („*efl.dbf*“) verschnitten werden, die anschließend über die Schaltfläche „GIS – Import“ direkt in das NASIM – Projekt gebracht werden.

Zur Simulation müssen Zeitreihen zu Niederschlag, Temperatur und Verdunstung vorliegen. Da die Simulationsdauer auf das Bemessungsereignis beschränkt bleibt (max. 240 min), geht die Temperatur und die Verdunstung über den gesamten Zeitraum mit gleichen Werten ein (20°C, 0 mm/d).

4.6 Ermittlung des Bemessungsniederschlags

Nach Rücksprache mit dem HD-Niederösterreich wurde in Erfahrung gebracht, dass die bestehenden HD-Werte nach oben revidiert werden. Daher musste auf alternative Niederschlagsmodelle zurückgegriffen werden.

Aufgrund der Publikation *"Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen mit inadäquaten Daten"* (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 5 x 5 km) mit verschiedener Jährlichkeit und Dauer berechnet.

4.6.1 Methodik

Die Autoren erstellten ein meteorologisches Vorhersagemodell für Österreich, bei dem Topologie, meteorologische Parameter und bevorzugte ‚Gewitterstraßen‘ Eingang fanden. Grundsätzlich wurde an keiner Stelle irgendein stochastischer Ansatz verwendet. Die Kalibrierung des meteorologischen Modells erfolgte auf statistischem Weg aus Niederschlagsbeobachtungen aus ganz Österreich über ein Sommerhalbjahr. Die Anpassung der Parameter des meteorologischen Modells an echte Starkniederschläge geschah an den im Rahmen von ÖKOSTRA ausgewerteten Daten, also überwiegend aus dem Bereich Salzkammergut. Für sehr kurze Dauerstufen wurde die Lebensdauer der einzelnen konvektiven Wolkenzellen im meteorologischen Modell reduziert. Anschließend wurden die Parameter nach den ÖKOSTRA-Vorschriften gerechnet und gitterpunktweise abgespeichert. Letztere Daten bilden letztendlich die Grundlage des gegenständlichen Bemessungsniederschlagsmodells.

4.6.2 Modellausgabe

Entsprechend der Eingabe von Ort, Dauer und Jährlichkeit erhält man eine Modellantwort P_{\max} . Der Wert repräsentiert dabei das Maximum eines Gridelementes und nicht einen möglichen Wert an einer ausgewählten Stelle im Grid (LOVEJOY et al. 1986). Das vorgeschlagene Modell kann grundsätzlich keine "reinen" Punktwerte angeben, sondern gibt Niederschlagswerte an, die innerhalb eines Flächendomains von ca. 5 km mal 5 km "punktuell" auftreten.

4.6.3 Abminderung von PunktNS auf GebietsNS

Punktdaten von Niederschlägen sind 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 (1)

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

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 (2):

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

Diese Annahme scheint bei Vorliegen überwiegend kleiner Einzugsgebiete berechtigt. Für das vorliegende Projektgebiet stellt sich der maximale und abgeminderte Niederschlag wie folgt dar (siehe Abbildung 8):

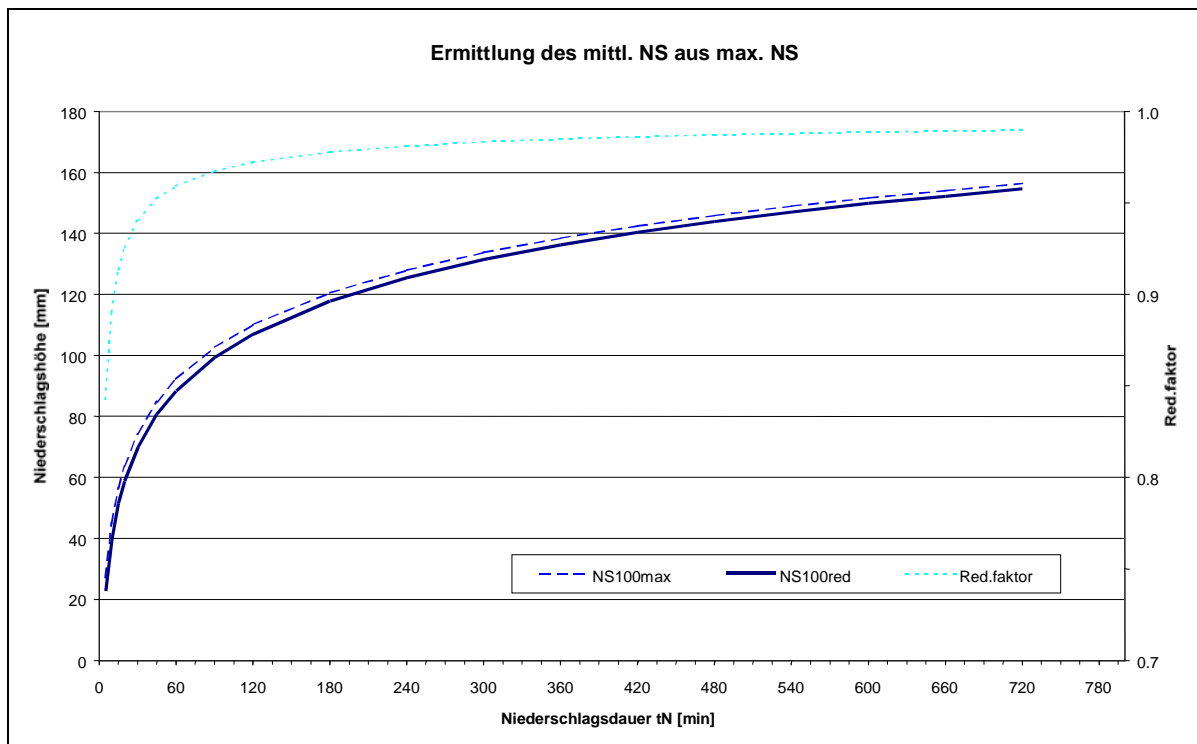


Abbildung 8: Gebietsniederschlag durch Reduktion von Punktniederschlägen

Einen Vergleich der HD-Werte mit den nach dem Modell von Skoda & Lorenz errechneten Niederschlagswerten zeigt Abbildung 9.

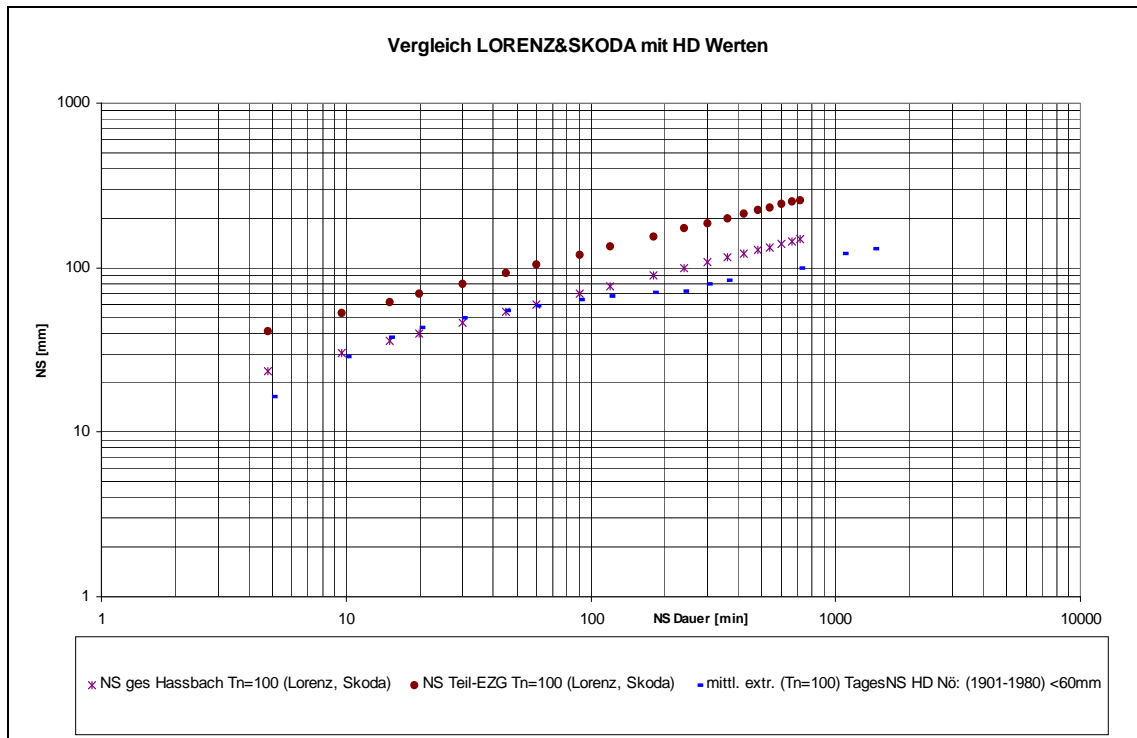


Abbildung 9: Gegenüberstellung der HD-Werte mit den Modellangaben nach Skoda & Lorenz

4.6.4 Bemessungsniederschlag

Als Bemessungsniederschlag wird eine gleichmäßige Überregnung nach Skoda & Lorenz (2000) des Gesamteinzugsgebietes mit einer NS-Höhe von 59,7 mm und einer NS-Dauer von 60 Minuten zugrunde gelegt. Die Wiederkehrwahrscheinlichkeit wird mit $T_n = 100$ Jahre angegeben. Abgesichert wird die Festlegung des Bemessungsniederschlages („NS60fa“) aus folgender Überlegung (Abbildung 10). Wenn man die beobachteten spezifischen Abflüsse den simulierten spezifischen Abflüssen gegenüberstellt, und dabei als Grenzbeziehung den Ansatz nach WUNDT (1953) verwendet, bzw. eine nichtlineare Modifikation desselben mit dokumentierten Abflusswerten rechnet, wird ersichtlich, wie stark die simulierten spezifischen Abflüsse bei kurzer Niederschlagsdauer und kleinen Einzugsgebieten gegenüber den beobachteten spezifischen Abflüssen überschätzt werden. Aus Abbildung 10 wird ersichtlich, dass die Simulationsergebnisse mit einer Niederschlagsdauer von 30 bzw. 45

Minuten als nicht realistisch angesehen werden können, da diese deutlich über den beim Ereignis 1999 beobachteten Werten liegen. Hingegen entsprechen die simulierten anfangsbetonten 60min spezifischen Abflüsse sowohl den beobachteten Ereigniswerten, in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgröße, als auch nähern sie sich mit zunehmender Einzugsgebietsgröße dem Ansatz nach WUNDT (1953) an.

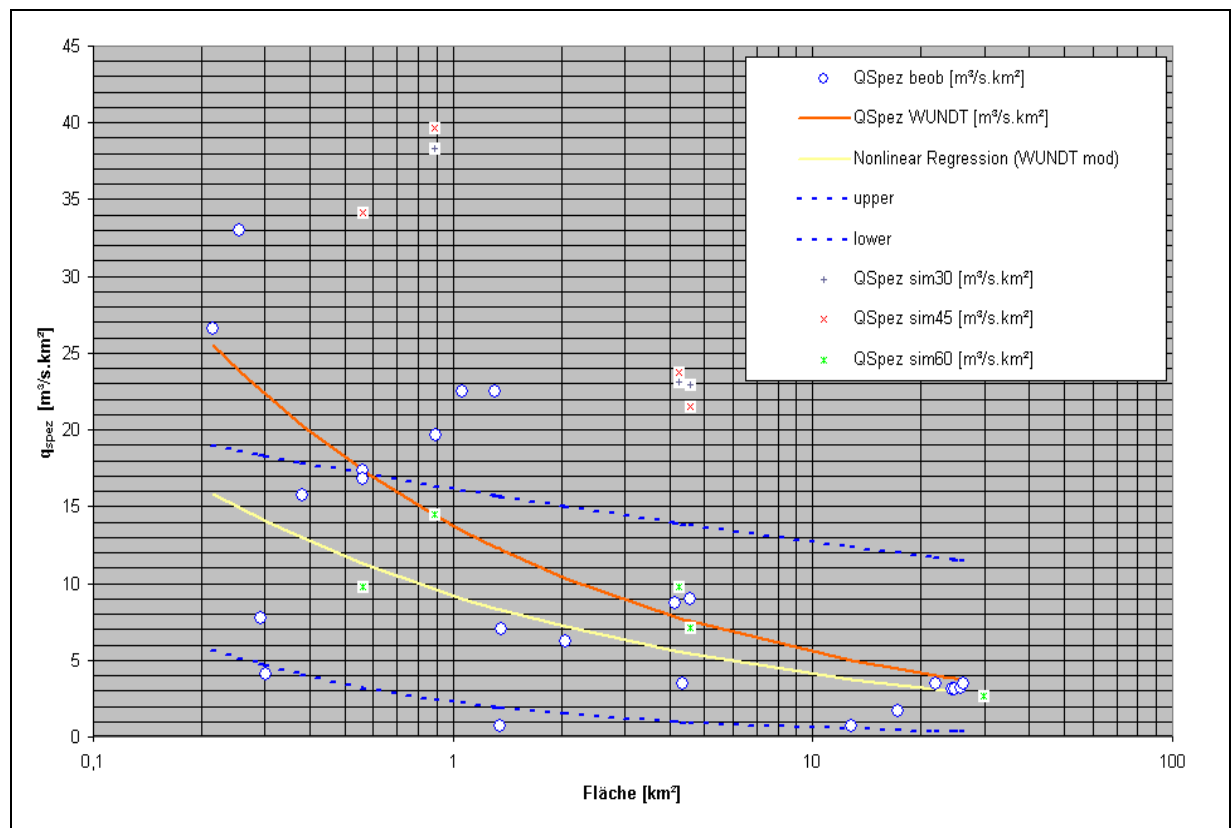


Abbildung 10: Gegenüberstellung beobachteter spez. Abflüsse zu simulierten Abflüssen in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsfläche

4.7 Niederschlagsszenarien

Nach SKODA & LORENZ erhält man die auf die Einzugsgebietsgröße und ein definiertes Zeitintervall reduzierte Niederschlagssumme des Maximalwertes. Mit Hilfe des Programms „Niesis01“ (Entwickelt am Institut) erfolgte die Umrechnung auf anfangsbetonte Niederschlagsreihen. Die anfangsbetonte Verteilung wurde deshalb gewählt, da sich dabei die größten Abflussmengen ergeben.

Diese Niederschlagsreihen gingen in weiterer Folge in die Simulationsszenarien ein. Als Ergebnis erhält man für das jeweilige Szenario eine Abflussganglinie und deren zeitliche Auflösung (in 5min Intervall) für jedes in NASIM definierte Systemelement. Da Schauerzellen selten eine Flächenausdehnung erreichen, die der gesamten Einzugsgebietsfläche entspricht, ist eine gleichmäßige Überregnung mit Maximalwerten nicht sehr wahrscheinlich. Daher wurden verschiedene Szenarien aufgestellt und diesen nach Dauer und flächenhafter Ausdehnung verschiedene Niederschlagsereignisse zugrunde gelegt (siehe Abbildung 11).

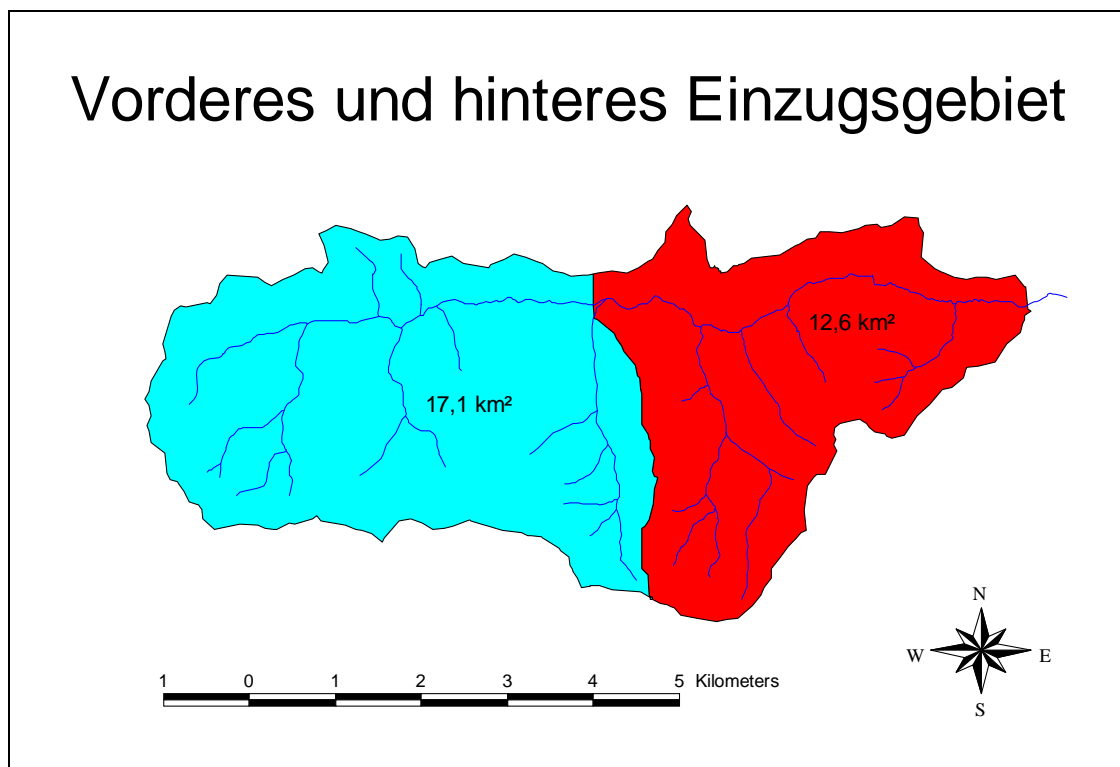


Abbildung 11: Teilung des Einzugsgebietes

Folgende Szenarien wurden mit der einheitlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit von $T_n=100$ und Niederschlagsmengen nach SKODA & LORENZ (2000) simuliert (siehe Tabelle 4):

Szenarien	NS-Dauer [min]	NS-Höhe [mm]	zeitl. Betonung	Bezeichnung
1. Gesamtes EZG überregnet	60	59.7	anfangsbetont	Ns60fa_SL100
	120	76.9	anfangsbetont	Ns120fa_SL100
	240	99.1	anfangsbetont	Ns240fa_SL100
2. Nur vorderes EZG überregnet	60	69.4	anfangsbetont	Ns60va_SL100
	120	89.4	anfangsbetont	Ns120va_SL100
	240	115	anfangsbetont	Ns240va_SL100
3. Nur hinteres EZG überregnet	60	66.3	anfangsbetont	Ns60ha_SL100
	120	85.4	anfangsbetont	Ns120ha_SL100
	240	110.1	anfangsbetont	Ns240ha_SL100

Tabelle 4: Niederschlagsszenarien

Bei den Szenarien 2 und 3 wurde das restliche Einzugsgebiet mit einem sehr geringen Niederschlag von 10 mm überregnet, da ein abrupter Niederschlagsstop an der Szenariengrenze unwahrscheinlich scheint.

Außerdem wurde für die Betrachtung der einzelnen orographisch rechten Zubringer zum Haßbach Niederschlagsreihen von 30 Minuten und 45 Minuten Dauer, bezogen auf die Einzugsgebietsflächen der Seitengräben generiert und für die Simulation der einzelnen Gräben herangezogen (siehe Tabelle 5).

EZG	NS Dauer (min)	NS Summe (mm)
Ponholzgraben	30	77,88
	45	90,28
Felberggraben	30	77,45
	45	89,78
Laaergraben	30	85,05
	45	98,59
Forstergraben	30	86,26
	45	100

Tabelle 5: Niederschlagshöhen für Seitengräben

4.8 Kalibrierung des NA-Modells

Das aufgesetzte Modell wurde mit den aus dem Ereignis 1999 aufgezeichneten Niederschlagshöhen und den rückgerechneten Abflüssen (siehe Band 1) kalibriert.

Unmittelbar nach dem Ereignis im August 1999 wurden die Anschlaglinien aufgenommen. Diese Anschlaglinien wurden allerdings auf Grundlage des Katasters ausgewiesen. Da der Kataster jedoch in gewissen Bereichen, aufgrund

unterschiedlicher Prioritätensetzung, deutliche Lageunterschiede zur Vermessung aufweist (außerhalb der Siedlungsräume auf einigen Bach- und Straßenabschnitten), kam es zu Verschiebungen. Aus diesen Anschlaglinien wurden über Querprofile nach STRICKLER (3) und Kontinuitätsbedingung (4) Abflussmengen an verschiedenen Punkten rückgerechnet (siehe Abbildung 15 und Band 1).

$$v = k_{st} * R^{\frac{2}{3}} * I^{0,5} \quad (3)$$

$$Q = A * v \quad (4)$$

- v Geschwindigkeit [m/s]
- k_{st} Rauigkeitsbeiwert nach STRICKLER [m^{1/3}/s]
- R hydraulischer Radius [m]
- I Gefälle [%]
- Q Abflussmenge [m³/s]
- A Fläche des Querprofils

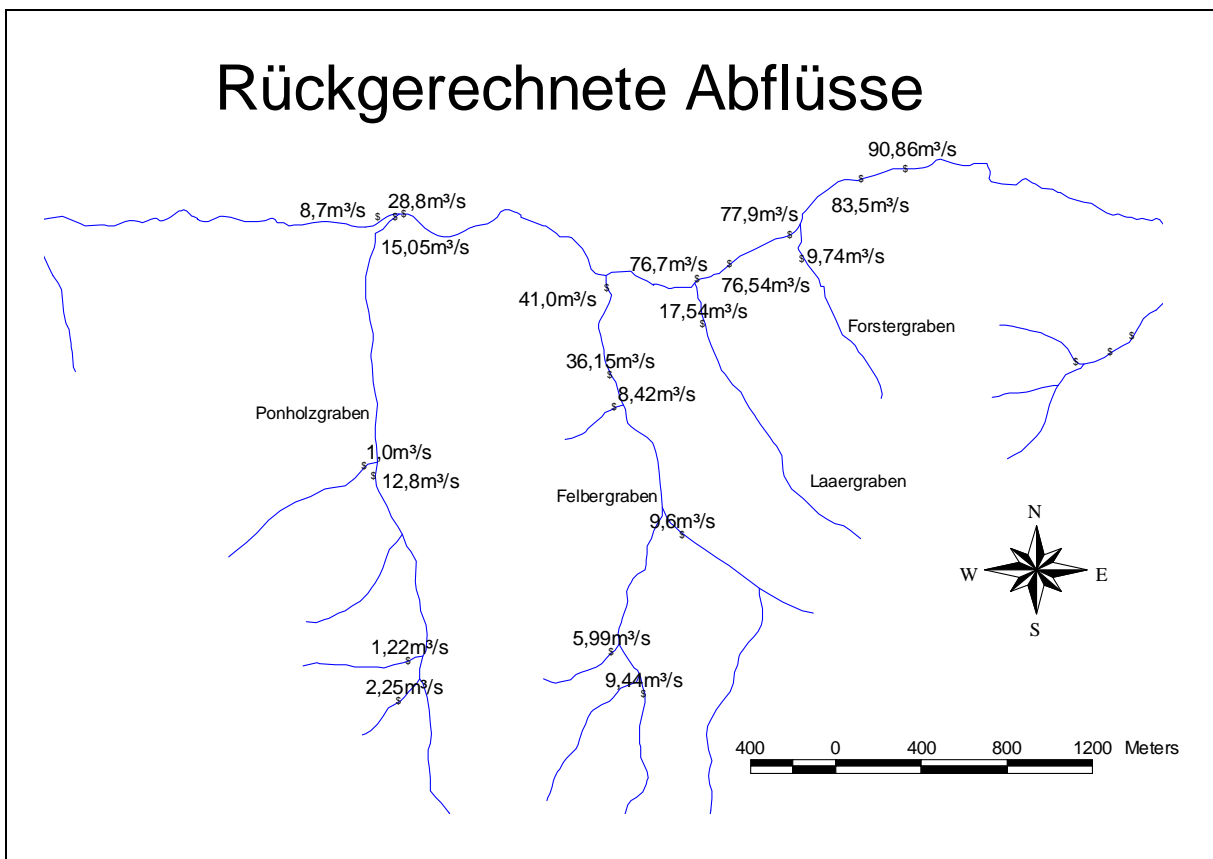


Abbildung 12: Rückgerechnete Abflüsse (vgl. Band 1)

In NASIM kann das Ergebnis der Simulation über sogenannte „Eichoptionen“ an die tatsächlichen Verhältnisse angepasst werden. Hierzu werden die Parameter über Gewichtungsfunktionen kalibriert, wobei die Eingangsdaten unverändert bleiben. Dies gewährleistet stets deren Konstanz. Aufgrund der rückgerechneten Abflussmengen wurden die Parameter in NASIM in dem Maße gewichtet, dass die simulierten Abflussmengen in etwa den beobachteten Abflüssen entsprachen (siehe Tabelle 6).

Teileinzugsgebiet	Rückgerechnet[m³/s]	Simuliert [m³/s]
Hinteres EZG	9	8
Ponholzgraben	15	16
Felbergraben	41	39
Laaergraben	18	18
Forstergraben	10	9

Tabelle 6: Vergleich von beobachteten und simulierten Abflüssen

4.9 Ergebnisse der NA-Simulation

NASIM liefert für jedes Systemelement hydrologische Ergebnisse, die benutzerorientiert (in Tabellenform bzw. als Grafik) dargestellt werden können.

4.9.1 Seitengräben

Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich auf die orografisch rechts liegenden Zubringer „Ponholzgraben (Mantelgraben)“, „Felbergraben“, „Laaergraben“ und „Forstergraben“. Die Hauptintension der Berechnung der Seitengräben lag in der Bereitstellung von Grundlagen für zukünftige Planungen von Schutzmaßnahmen.

Als Niederschlagsmodell diente auch hier wieder SKODA&LORENZ. Es werden hier einerseits die Niederschlagsmengen der Szenariums 1 „gesamtes EZG“ und andererseits Niederschlagshöhen für Ereignisdauer 30min und 45min für die jeweilige Einzugsgebietsflächen der Seitengräben verwendet. Die Niederschlagshöhen der kurzen Ereignisdauern sind in den Ergebnistabellen angeführt.

4.9.1.1 Tabellarische Auflistung hydrologischer Kenngrößen

EZG	NS 30min SL100			
	NS Summe (mm)	Abfluss Qmax (m³/s)	Fracht (1000 m³)	Abflusskoeff. (%)
Ponholzgraben	77.88	98.1	315	94
Felbergraben	77.45	104.8	346	98
Laaergraben	85.05	34.1	74	96
Forstergraben	86.26	19.1	49	96

Tabelle 7: Ergebnisse der Seitengräben bei 30 min. Überregnung nach SKODA&LORENZ

EZG	NS 45min SL100			
	NS Summe (mm)	Abfluss Qmax (m³/s)	Fracht (1000m³)	Abflusskoeff. (%)
Ponholzgraben	90.28	100.7	348	90
Felbergraben	89.78	98.2	392	95
Laaergrabe	98.59	35.3	82	91
Forstergraben	100	19.1	56	93

Tabelle 8. Ergebnisse der Seitengräben bei 45 min. Überregnung nach SKODA&LORENZ

EZG	NS60 fa_SL100		
	Abfluss Qmax (m³/s)	Fracht (1000 m³)	Abflusskoeff. (%)
Ponholzgraben	41.6	220	85
Felbergraben	32.7	260	95
Laaergraben	12.9	47	87
Forstergraben	5.5	33	91

Tabelle 9: Ergebnisse der Seitengräben mit NS60 fa SL100

EZG	NS120 fa_SL100		
	Abfluss Qmax (m³/s)	Fracht (1000 m³)	Abflusskoeff. (%)
Ponholzgraben	31.3	267	81
Felbergraben	24.1	328	93
Laaergraben	9.5	57	81
Forstergraben	3.5	41	89

Tabelle 10: Ergebnisse der Seitengräben mit NS120 fa SL100

EZG	NS240 fa_SL100		
	Abfluss Qmax (m³/s)	Fracht (1000 m³)	Abflusskoeff. (%)
Ponholzgraben	17.6	339	80
Felberggraben	16.8	417	92
Laaergraben	5.5	71	79
Forstergraben	2	52	89

Tabelle 11: Ergebnisse der Seitengräben mit NS240 fa SL100

4.9.1.2 Ganglinien

4.9.2 Gesamtes EZG bis zur Kompetenzgrenze in Kirchau

Das gesamte EZG wird in dieser Untersuchung vom westlichen Rand bis zur Kompetenzgrenze in Kirchau verstanden. Aufgrund der Konzeption von NASIM ist es nicht möglich die Ergebnisse eines Systemelementes ohne dem Einfluss des zum Systemelement gehörenden Einzugsgebietes auszugeben. Aus diesem Grund muss das Systemelement NR.23, in das die Kompetenzgrenze fällt (siehe Abbildung 5), zur Gänze berücksichtigt werden. Deshalb werden geringfügig höhere Abflüsse angegeben, als sich durch die Simulation an der Kompetenzgrenze ergeben.

4.9.2.1 Tabelle

Niederschlag	Kirchau Kompetenzgrenze		
	Abfluß Qmax (m ³ /s)	Fracht (Tm ³)	Abflußkoeff. (%)
Ereignis	93	1392	67
NS60 fa SL100	80.2	1110	67
NS120 fa SL100	75	1375	64
NS240 fa SL100	57.9	1691	61
NS60 va SL100	70.8	749	91
NS120 va SL100	59.1	893	92
NS240 va SL100	43.4	1102	88
NS60 ha SL100	69.6	812	65
NS120 ha SL100	64	937	61
NS240 ha SL100	48	1079	54

Tabelle 12: Übersicht zu Niederschlagsszenarien und dazugehörigen Ergebnisgrößen

4.9.2.2 Ganglinien

4.9.3 Aufteilung der Abflussfrachten und der Abflussbeiwerte

Abbildung 13 zeigt die simulierten Abflussfrachten der einzelnen Zubringer, worin deutlich wird, dass diese einen erheblichen Anteil an der Gesamtabflussfracht aufweisen. Dies bestätigt die negative Wirkung der Landnutzungsformen auf den Kuppenlagen bzw. die geringe Abflussverzögerung durch die steilen Grabeneinhänge.

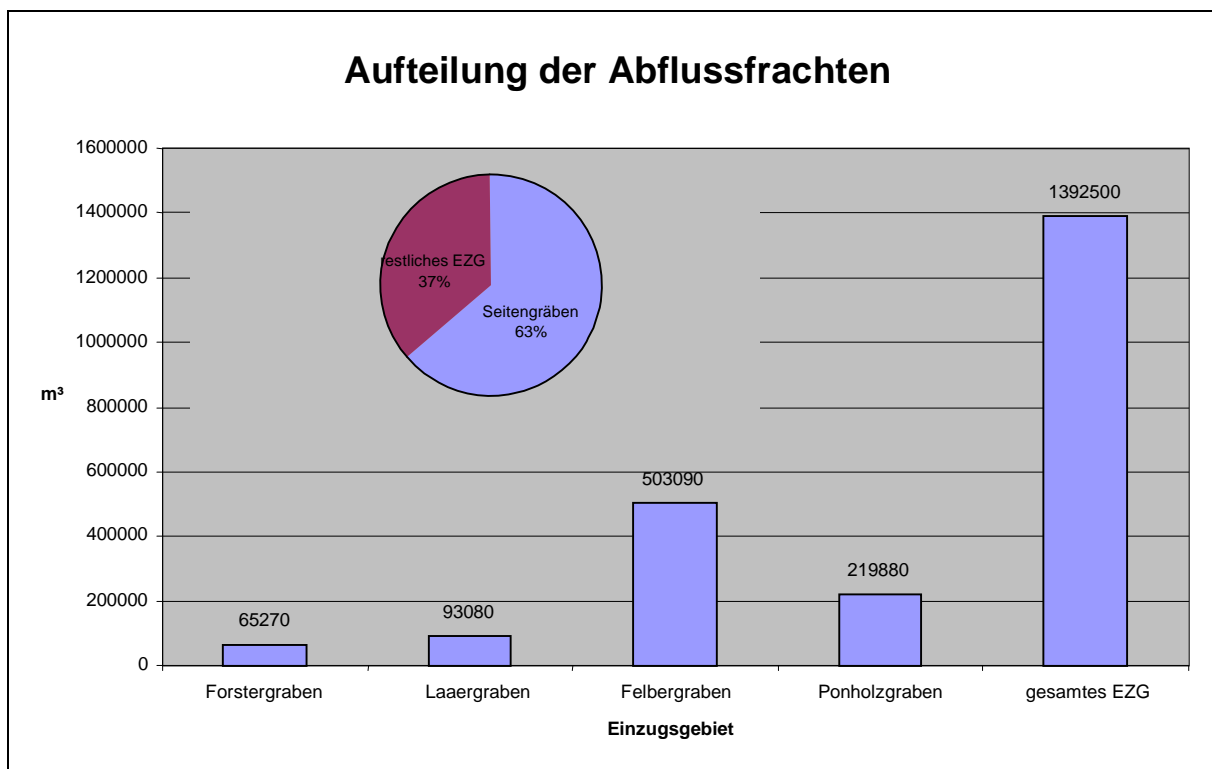


Abbildung 13: Gegenüberstellung der simulierten Abflussfrachten der Seitengräben zum gesamten Einzugsgebiet

Abbildung 14 zeigt die Gegenüberstellung der Abflussbeiwerte für verschiedene Landnutzungsklassen der Seitenzubringer vom Ereignis 1999. Darin wird deutlich, dass die Landnutzungsklasse Wald sehr hohe Abflussbeiwerte aufweist, welche auf die (i) landwirtschaftlichen Nutzflächen auf den Kuppenlagen, (ii) die relativ steilen Grabeneinhänge sowie (iii) auf die geringe Bodenmächtigkeiten im Bereich der Einhänge rückzuführen ist.

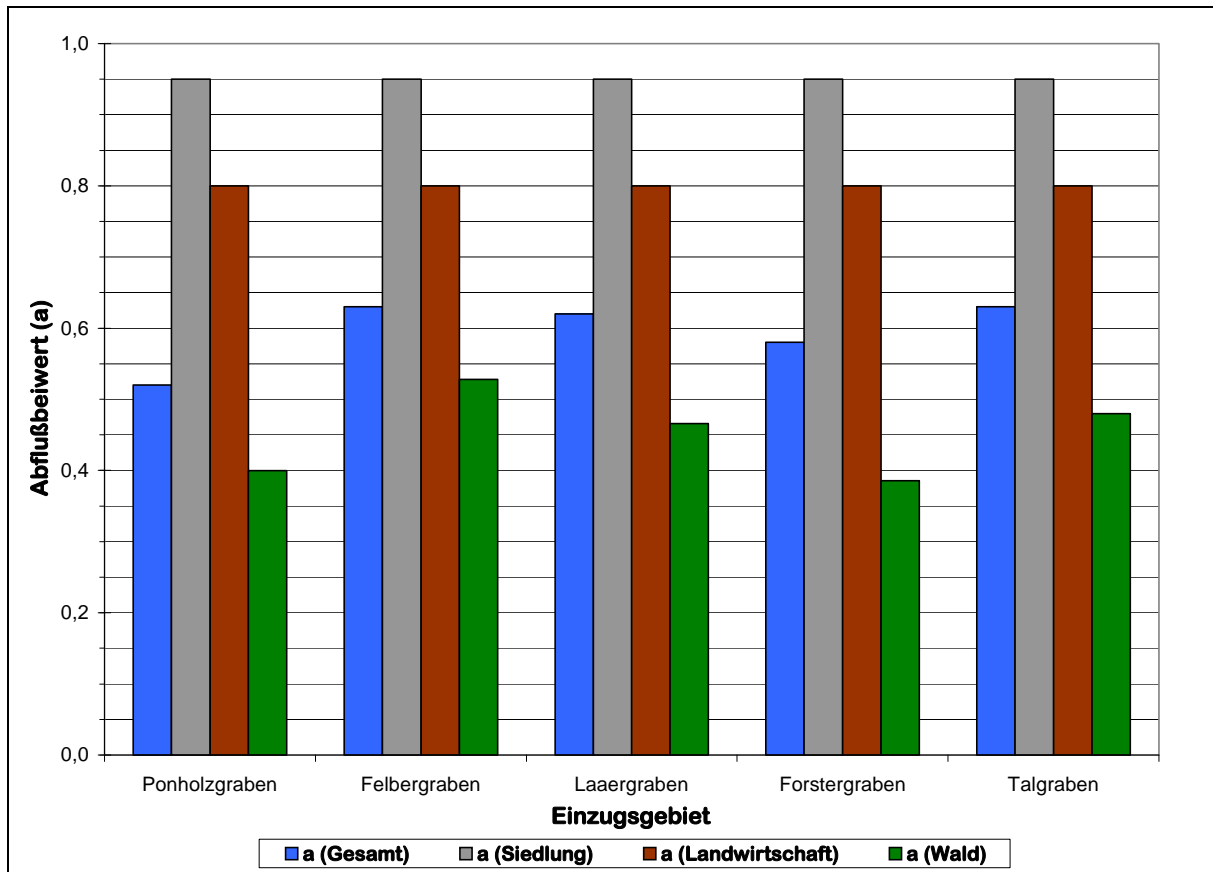


Abbildung 14: Gegenüberstellung der Abflussbeiwerte der Seitzubringer nach Landnutzungsformen

5 Hydraulik

Ziel der hydraulischen Berechnung mit der Software JABRON (HYDROTEC, Aachen) ist die Darstellung von Überschwemmungsflächen und deren Überflutungstiefen für die oben beschriebenen Szenarien. Als Eingangswerte wurden die Ergebnisse aus der Hydrologie (siehe Kapitel 4) herangezogen.

5.1 Anwendungsbereich Jabron

Das von der Aachener Firma Hydrotec entwickelte Programmsystem JABRON ist für die Berechnung natürlicher beziehungsweise naturnah ausgebauter Gewässer konzipiert worden. Es ermöglicht unter anderem die Wasserspiegellinienberechnung (WSP-Berechnung) für stationär ungleichförmigen Abfluss. Dies bedeutet, dass abflusshemmende Änderungen in der Gerinnegeometrie, wie, Gerinneverengungen aber auch eine Abnahme im Gefälle durch Staukurven voll berücksichtigt werden. Es wird allerdings eine bachabwärts wirksame, abflussvermindernde Retentionswirkung

der Vorländer ignoriert, wodurch die berechneten Anschlaglinien bei überbordendem Abfluss ein „worst case“ - Szenario darstellen.

Die möglichen Berechnungsalgorithmen basieren wahlweise auf dem Ansatz nach MANNING/STRICKLER oder auf dem universellen Fließgesetz nach DARCY/WEISBACH. Da für den Rauigkeitsbeiwert k_{st} nach MANNING/STRICKLER zur Abschätzung des Fließverlustes die größten Erfahrungswerte vorliegen, wurde dieser Berechnungsansatz gewählt.

Die Arbeitsgleichung zur iterativen Berechnung des stationär ungleichförmigen Abflusses ist z. B. in SEUS/USLU (1974) oder DFG (1987) hergeleitet (siehe z.B. HYDROTEC 1999).

5.2 Arbeitsablauf zur Modellerstellung

5.2.1 Profilgenerierung

Grundlage der Wasserspiegellinienberechnung im JABRON bildet die terrestrische Vermessung des im Kompetenzbereich der WLW liegenden Haßbachtals. Dabei wurde in der Ortschaft Haßbach beginnend flussabwärts vermessen, wobei der Talboden bis in eine Höhe von mindestens 3 m über der Bachsohle berücksichtigt wurde. Dadurch wurde der maximal mögliche Überflutungsbereich erfasst (siehe Lageplan im Anhang). In Kirchau ist die Vermessung mit einem Höhenfehler von ca. 12 cm, in der Lage von ca. 20 cm behaftet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es im gesamten Bereich zwischen Haßbach und Kirchau keine Einschaltpunkte gibt, die eine Genauigkeitssteigerung der Vermessungsergebnisse zur Folge hätten.

Im CAD Programmpaket CADDY wurde über eine Triangulierung der eingemessenen Punkte ein digitales Höhenmodell erstellt. Nach Festlegung einer geometrischen Flussachse, wurden mit Hilfe des Programms CADDY Profilschnittlinien in einem festgelegten Abstand generiert, die immer normal zur Flussachse liegen. Durch Verschneidung mit dem DHM ergeben sich Querprofile über den gesamten vermessenen Talbereich. Als Ergebnis und Datenbasis für die Wasserspiegellinienberechnung werden die einzelnen Querprofile mit Angabe der Stationierung und der Höhe für jeden Profilpunkt ausgegeben. Es handelt sich also bei sämtlichen im Programm JABRON eingesetzten Querprofilen um, aus dem digitalen Höhenmodell, generierte Profile.

Die so erhaltenen ASCII-Files wurden auf die für JABRON benötigten Dateiformate umformatiert und eingelesen. Da durch Richtungsänderungen des Bachlaufes es zu

einer Überschneidung der Querprofile kommen kann, wurden die in die hydraulische Berechnung eingehenden Querprofile von ursprünglich 509 auf 187 selektiert. Die Abbildung 12 zeigt die räumliche Verteilung der Profilschnittlinien

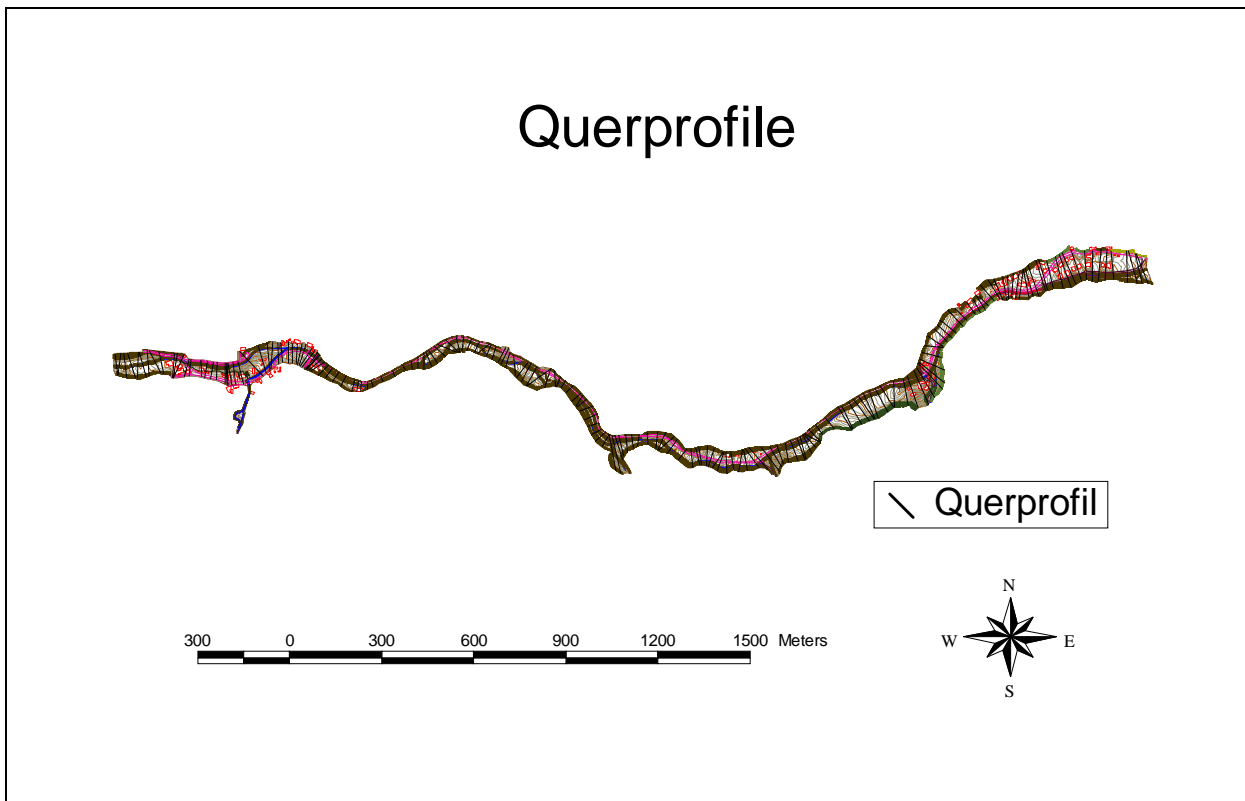


Abbildung 15: Übersicht Profilschnittlinien

Die Abbildung 13 zeigt ein Beispiel für die Querprofilardarstellung in JABRON

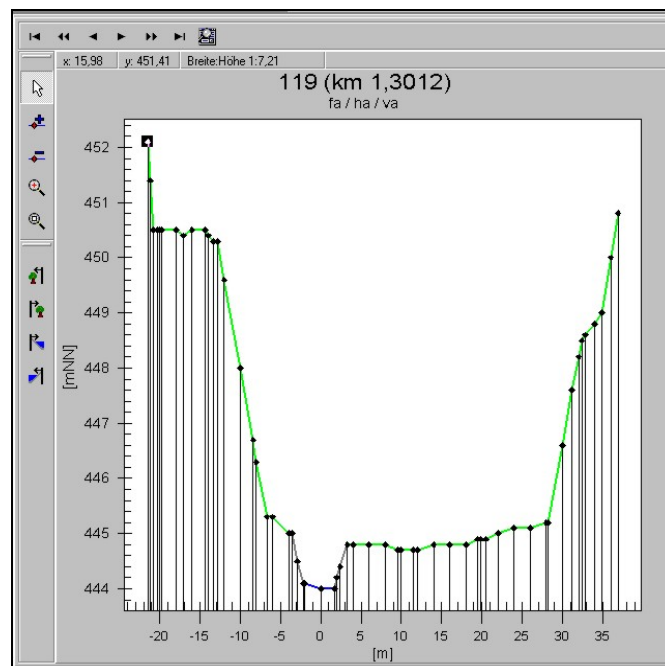


Abbildung 16: Querprofilardarstellung JABRON (überhöht)

Darin ist der Sohlbereich blau coloriert, die Uferbereiche zeigen sich grau und das Vorland wird grün dargestellt. Das Vorland beginnt jeweils mit dem oberen Rand der Uferböschung. Die Höhen sind in Absolutwerten angegeben.

5.2.2 Festlegung der Rauigkeitsbeiwerte

Mit den Rauigkeitsbeiwerten wird dem Einfluss verschiedener Oberflächenrauigkeiten auf das Abflussverhalten Rechnung getragen. Aus diesem Grund wurden die Oberflächenrauigkeiten (nach STRICKLER) im Vermessungsbereich kartiert. In der Abbildung 14 sind die Rauigkeitsklassen dargestellt. Diese werden den einzelnen Profilabschnitten zugeordnet. Außerdem wurden optional den Vorlandbereichen die kartierten Bewuchsklassen nach DVWK (1991) zugeordnet (Abbildung 15).

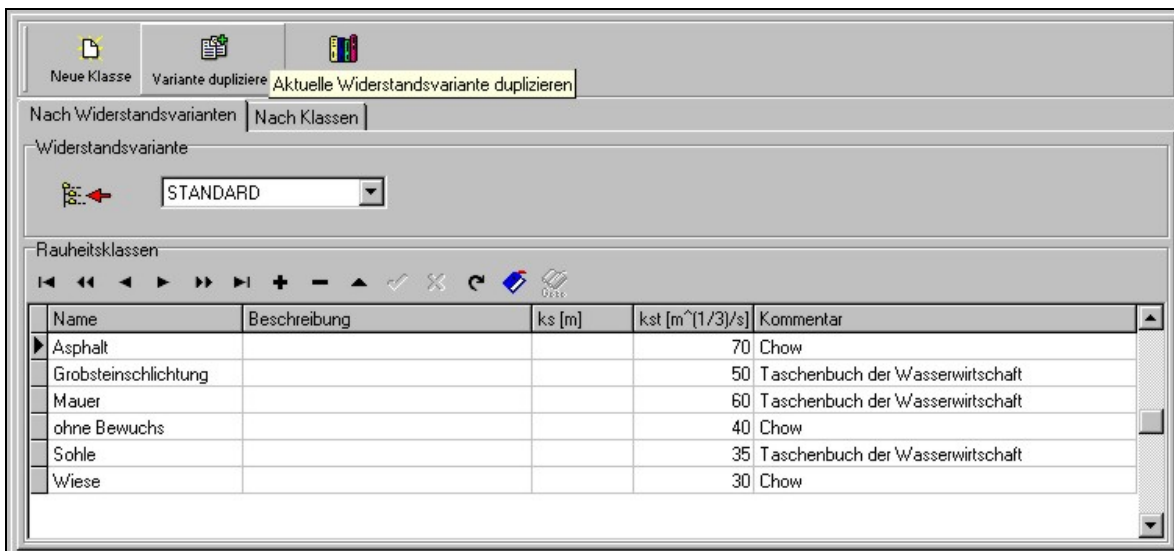


Abbildung 17: Rauigkeitsklassen

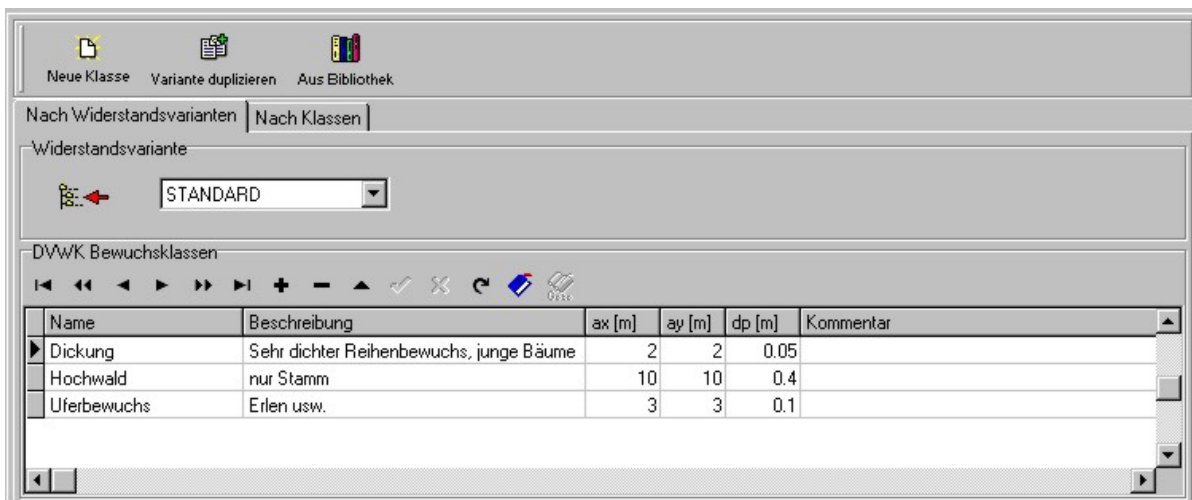


Abbildung 18: DVWK Bewuchsklassen

5.2.3 Eingangswerte

Die zur Wasserspiegelliniensimulation benötigten Abflussmengen wurden aus der NA-Simulation übernommen. Hierbei wurden die jeweiligen Abflussspitzen des Haßbaches an den Einmündungen der Zubringer als Eingangsdaten verwendet und den jeweiligen Profilen zugeordnet. Dadurch wird die zeitliche Wellenüberlagerung im Haßbach der einzelnen Zubringer berücksichtigt.

5.3 Berechnung

Bevor der Simulationslauf gestartet werden kann, müssen Angaben zum Berechnungsansatz (Fließzustand, Rauheitstyp, etc.) getroffen werden (siehe Abbildung 16).

The screenshot shows a software interface for hydraulic simulation. At the top, there are icons for 'Neuer Rechenlauf', 'Rechenlauf löschen', 'Übernehmen', 'Verwerfen', 'Plotlong...', and 'Ergebnisse löschen'. Below this is the 'Aktuelle Auswahl' section with fields for 'Projekt' (Haßbach.inp), 'Variante' (fa), 'Name' (ns240fa_sl100), and 'Zuletzt durchgeführt:' (26.09.00 10:50:49). A 'Simulation starten' button is present. The main area has tabs for 'Allgemein', 'Belastungsdaten (1.Profil)', 'Belastungsdaten (Alle Profile)', 'Normalabflusstiefenprüfung', 'Q-Aufteilung', and 'Verluste an Bauwerken'. The 'Allgemein' tab is active, showing a 'Kommentar' field with the text 'NS-Dauer: 240min; gesamtes Einzugsgebiet; anfangsbetont; Skoda/Lorenz Tn=100'. Below are two columns of settings: 'Optionen' and 'Parameter'. The 'Optionen' column includes dropdowns for 'Berechnung' (ungleichförmig), 'Rauheitstyp' (Manning/Strickler), 'Berechnung Vorland-Bewuchs nach' (Evers), 'Modus Schleppspannung' (Hydraul. Radius), 'Mittelung Energieliniengefälle' (arithmetisch), 'Iterationsgenauigkeit [m]' (0,01), 'max. Anzahl Iterationen' (300), 'Widerstandsvariante' (STANDARD), and 'Iteration bei Verzweigungen nach' (Energiehöhen). There is also a checked checkbox for 'Warnung, wenn WSP höher als 1./letzter Geometriepunkt'. The 'Parameter' column includes input fields for 'Wandhöhe [m]' (2), 'dy-Schrittweite [m]' (0,1), 'max. Abflutiefe [m]' (10), and 'min. Q an Verz. [m³/s]' (0). Below these are 'Optionen Abfluss' with radio buttons for 'Angegebene Belastungsdaten' (selected), 'Verwende NASIM Summary', and 'Verwende Abflussreihen (UVF)', along with a 'Spalte' dropdown.

Abbildung 19: Allgemeine Anfangsbedingungen

5.4 Ergebnisse der hydraulischen Simulation

Jabron liefert als Ergebnis Daten zu den Längs- und Querprofilen die sowohl grafisch als auch tabellarisch dargestellt werden können und der Plausibilitätskontrolle

dienen. Für das Schutzwasserkonzept sind in erster Linie die Anschlaglinien der Wasserspiegellagen der verschiedenen Szenarien von Bedeutung.

5.4.1 Generierung der Überflutungstiefen

Die Überschwemmungsflächen können über die „ARCVIEW Extension“ „Hydrotec: JabView (Jabron 6.0)“ in digitaler Form dargestellt werden. Es handelt sich dabei um eine rein flächenhafte Darstellung, wobei die Anschlagpunkte der einzelnen Querprofile geradlinig verbunden werden. Geländerhebungen zwischen den Anschlagpunkten im Profil und zwischen den einzelnen Profilen werden dabei unberücksichtigt gelassen. Um den tatsächlichen Geländebeziehungen zu entsprechen, muss die Wasserspiegellage mit dem Geländemodell verschnitten werden.

5.4.2 Überflutungstiefenkarten

Die Überschwemmungsflächen wurden über einen Dxf-Konverter wiederum von ArcView ins CAD Programm CADDY importiert. Hier wurden an den Enden der Anschlaglinien eines jeden Profils Punkte erzeugt. Diesen Punkten wurden durch eine lagemäßige Zuordnung im DHM Höhen zugewiesen, wodurch sich eine höhenmäßige Festlegung der Überschwemmungsfläche ergibt. Sowohl aus dem gesamten Vermessungsbereich, als auch aus dem „Überschwemmungsflächen-Horizont“ wurden Grids mit einer Rastergröße von 2 x 2 m generiert. Diese Auflösung ist ein Kompromiss zwischen vernünftiger Rechenzeit bei gleichzeitiger Gewährleistung, das Gelände mit hinreichender Genauigkeit zu beschreiben. Um eine Verschneidung der beiden Geländemodelle zu ermöglichen, müssen Grids mit gleicher Maschenweite bei gleichem Ursprung erzeugt werden.

Mit Hilfe des Golden Software Programms SURFER wurde der Grid des Höhenmodells vom Grid der Überschwemmungsfläche subtrahiert. Als Ergebnis erhält man farbcodierte Überflutungstiefen gleicher Rastergröße, das im Tif-Format abgespeichert wurde. Für die Darstellung in ArcView wurde als Hintergrund der Lageplan verwendet (siehe Anhang)

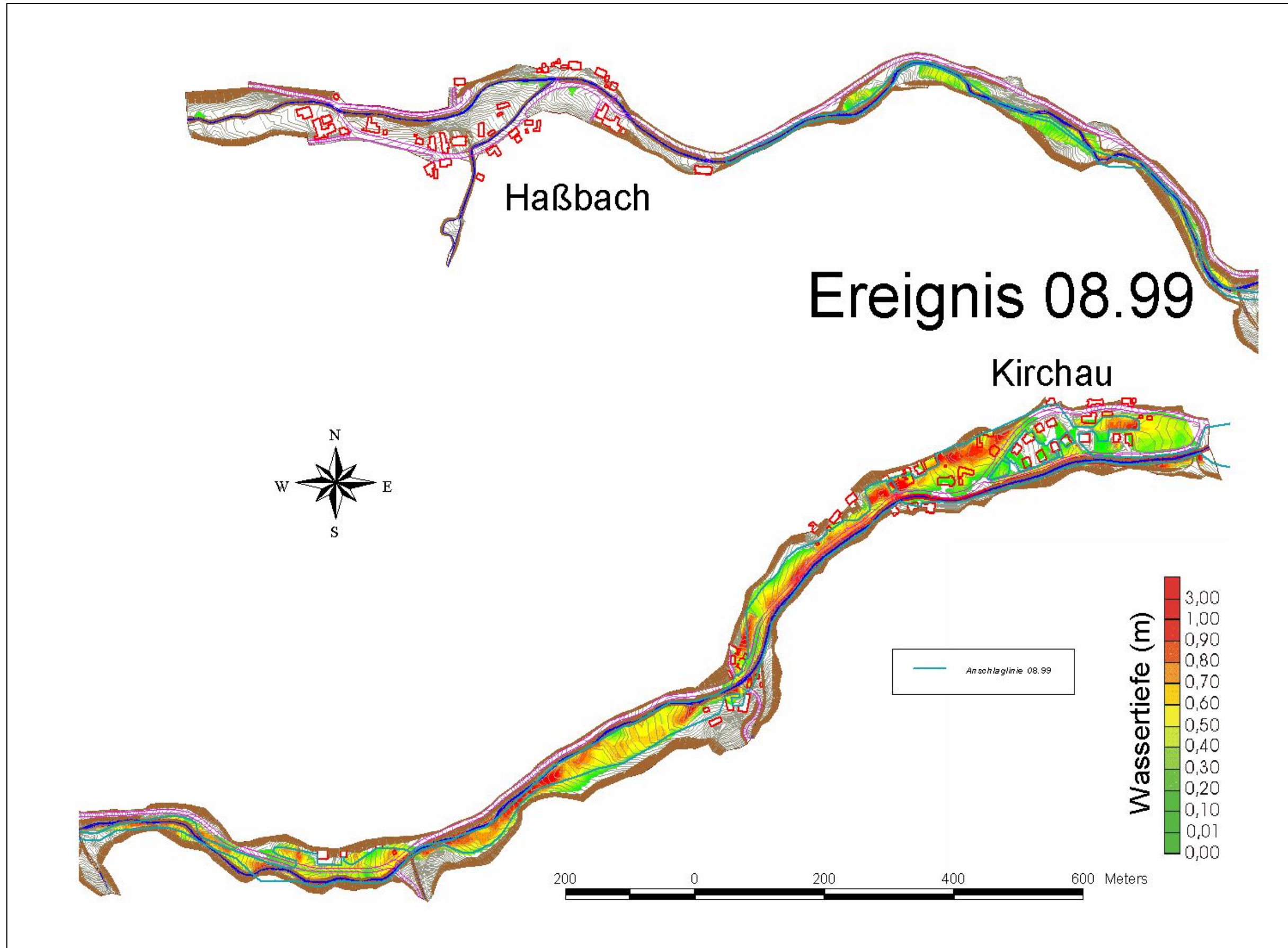


Abbildung 20: Überflutungstiefen Ereignis 08.99

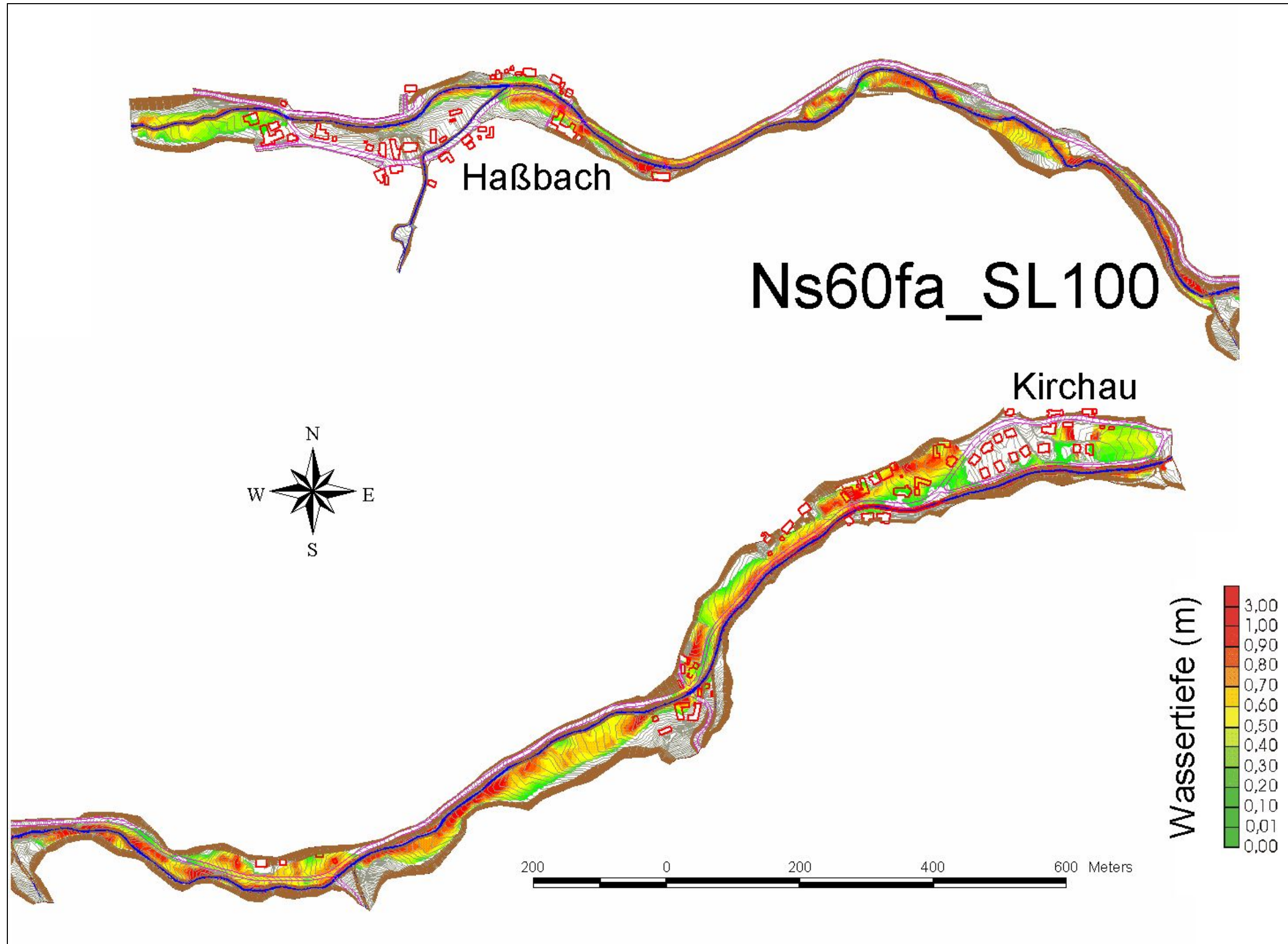


Abbildung 21: Überflutungstiefen Ns60fa_SL100

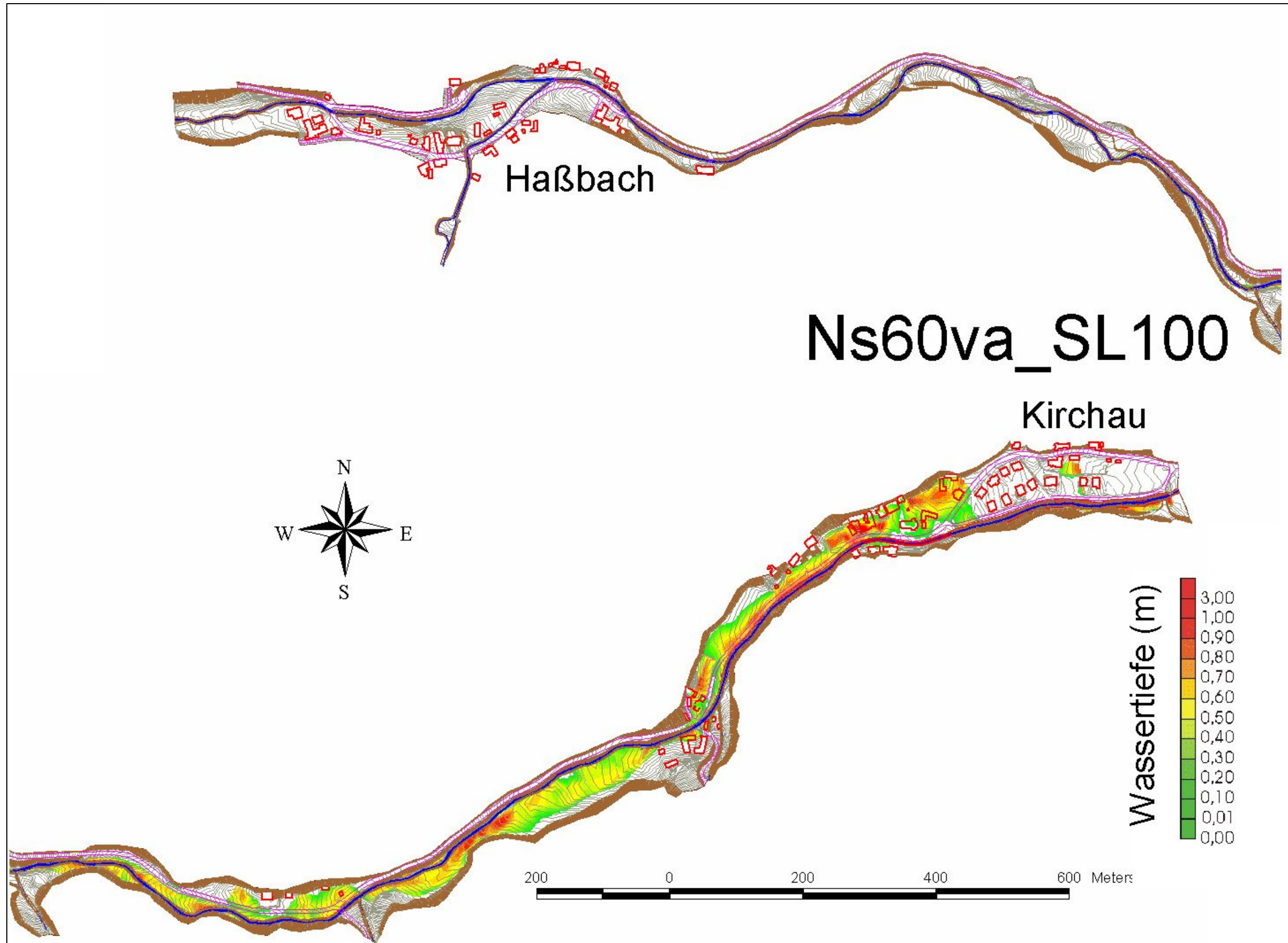


Abbildung 22: Überflutungstiefen Ns60va_SL100

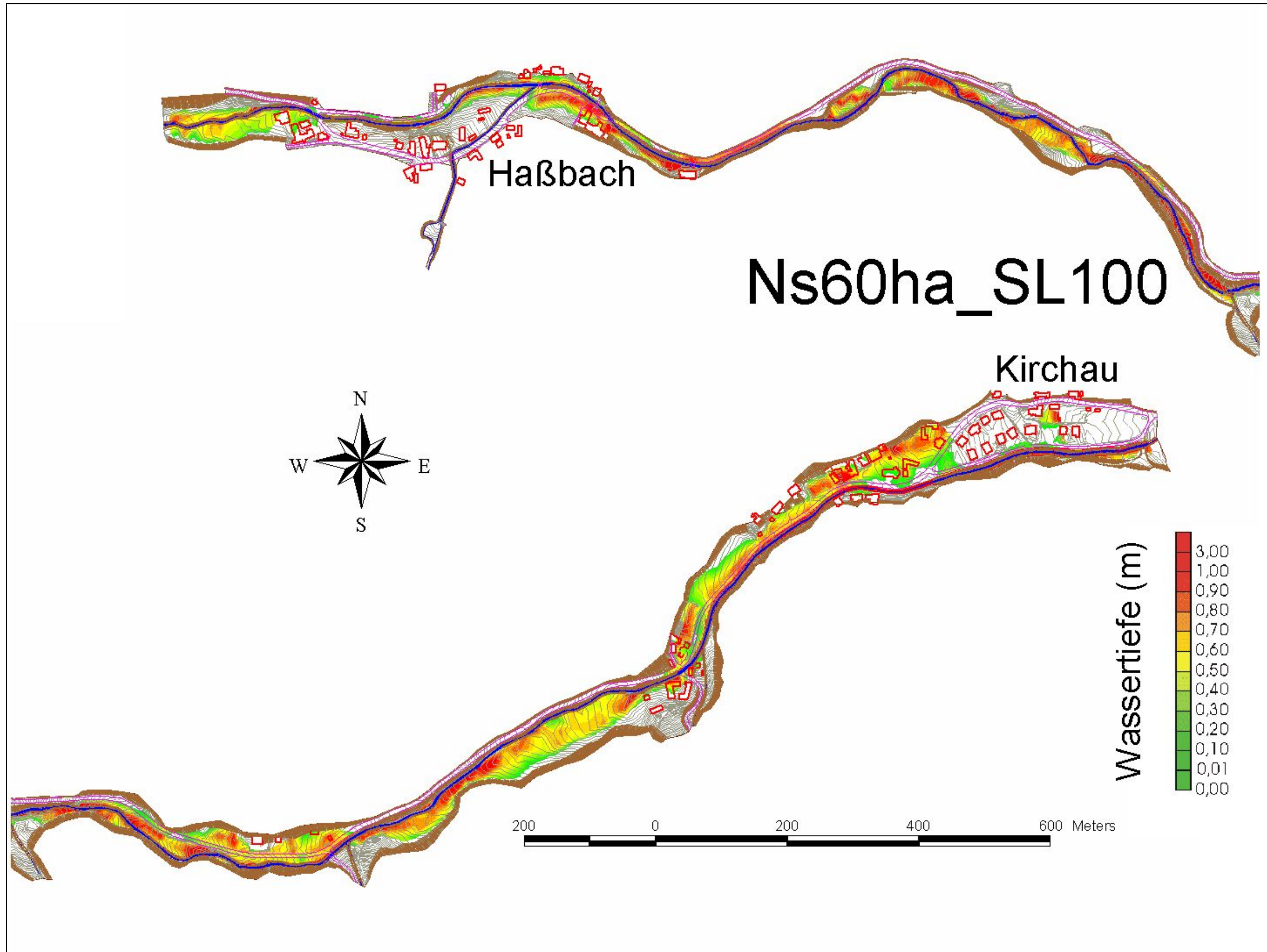


Abbildung 23: Überflutungstiefen Ns60ha_SL100

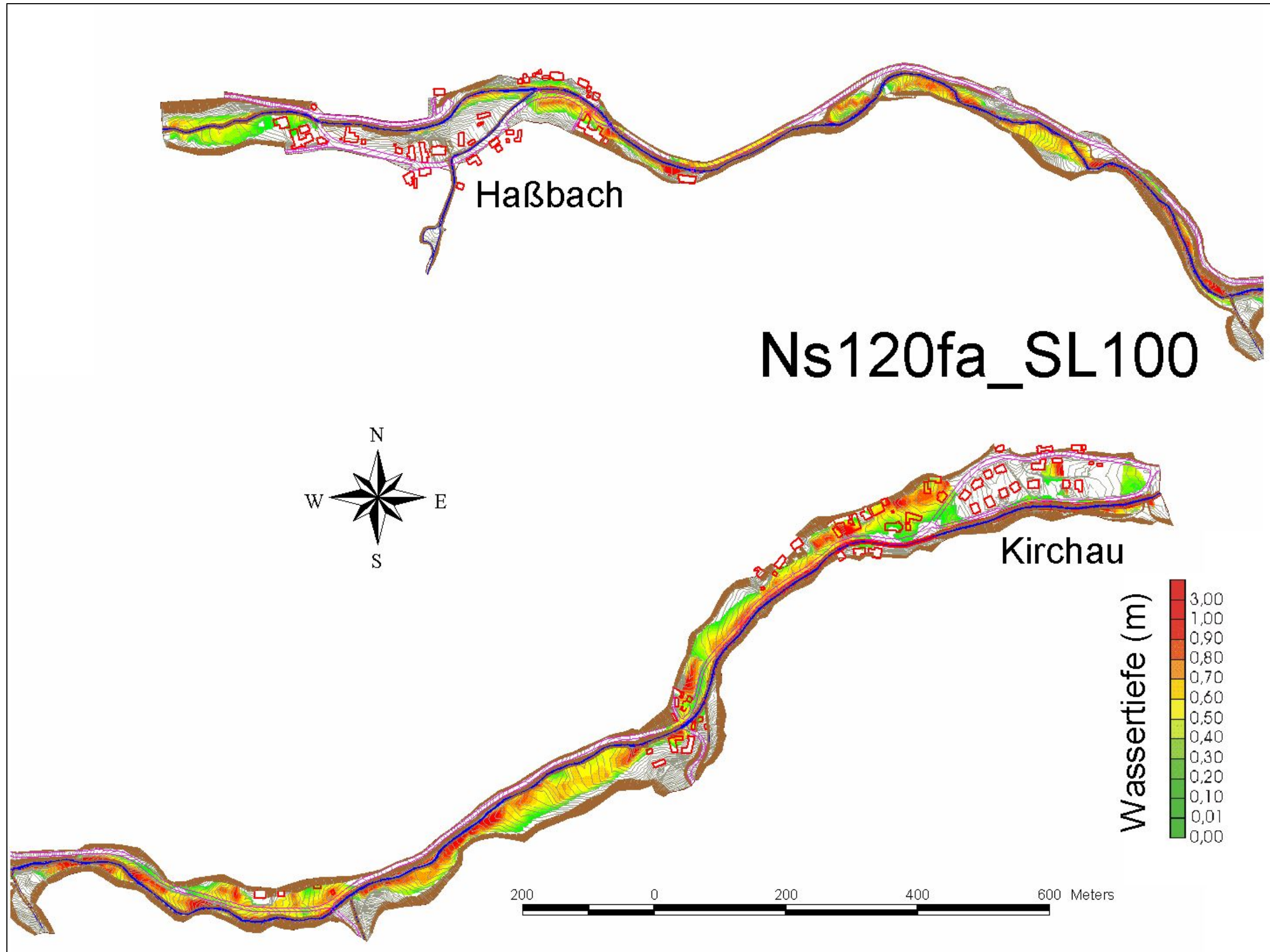


Abbildung 24: Überflutungstiefen Ns120fa_SL100

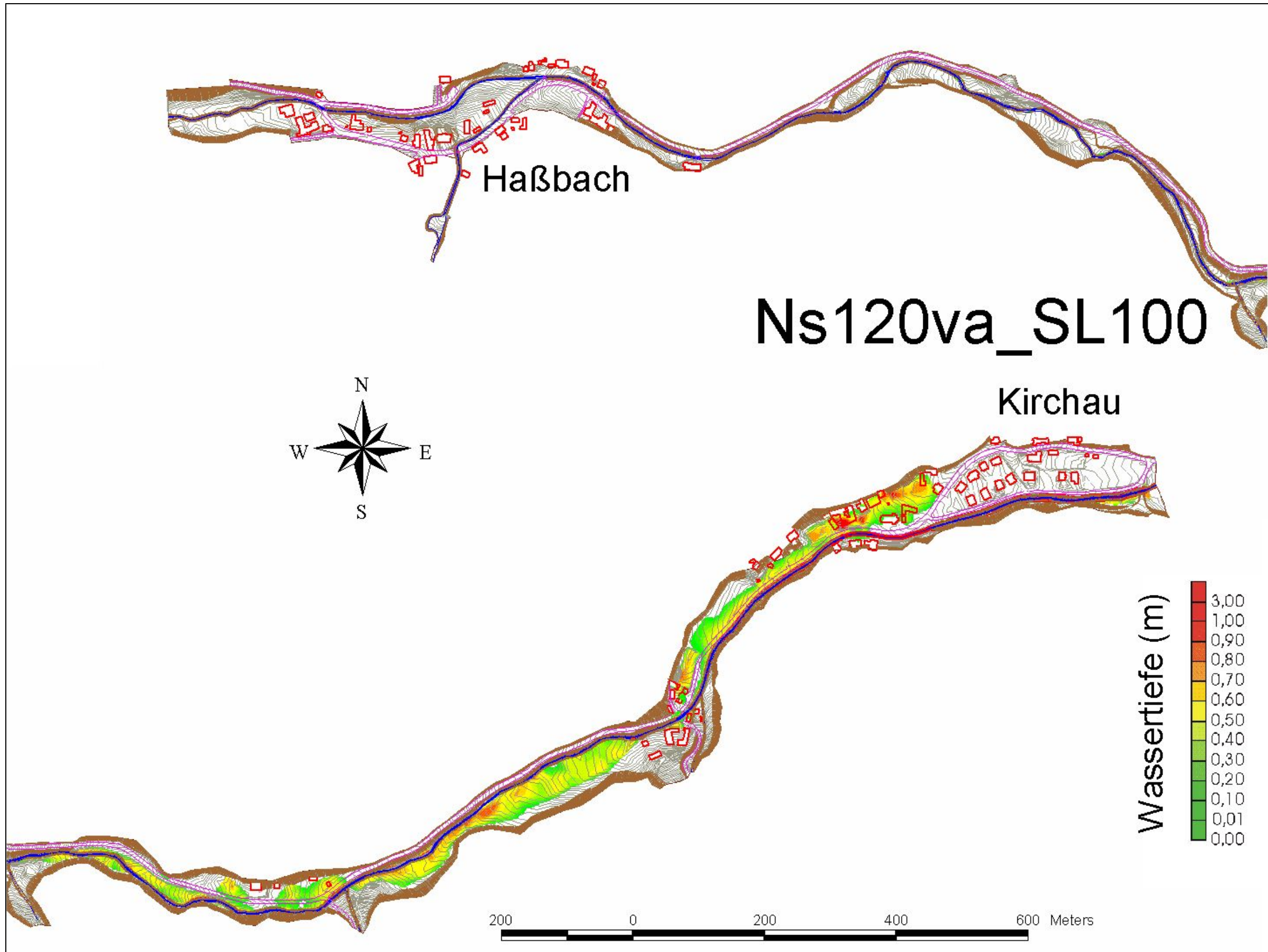


Abbildung 25: Überflutungstiefen Ns120va_SL100

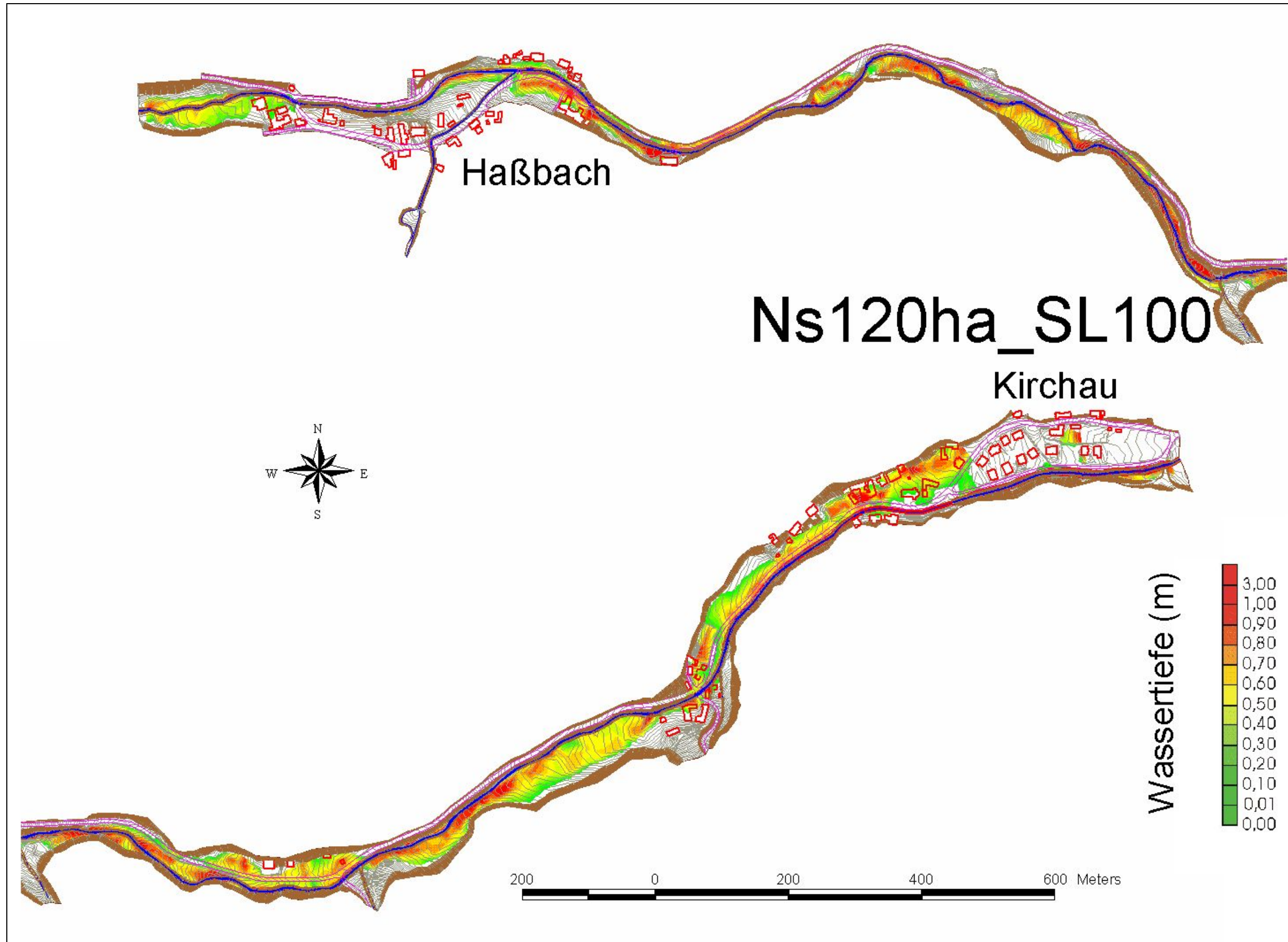


Abbildung 26: Überflutungstiefen Ns120va_SL100

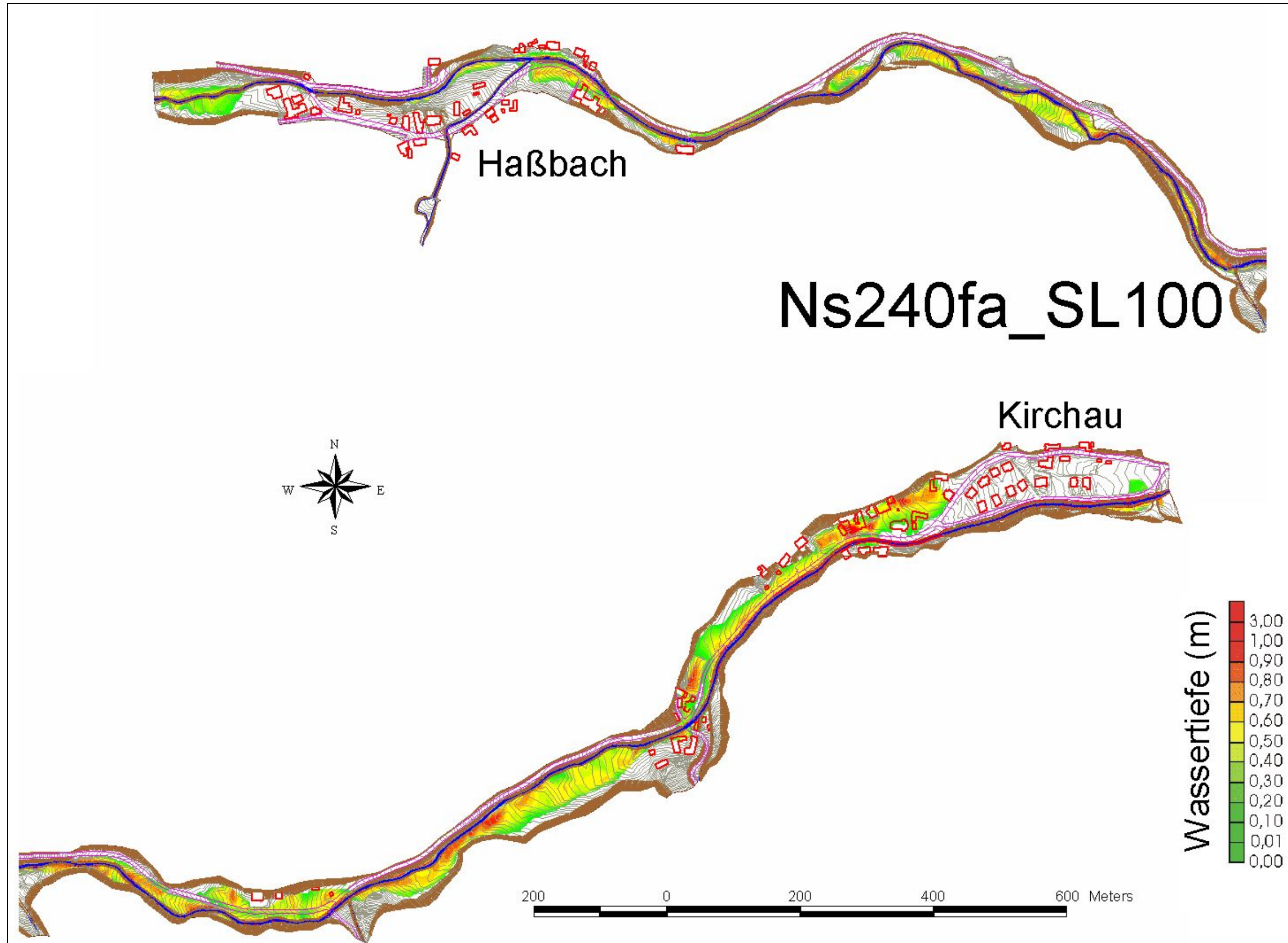


Abbildung 27: Überflutungstiefen Ns240fa_SL100

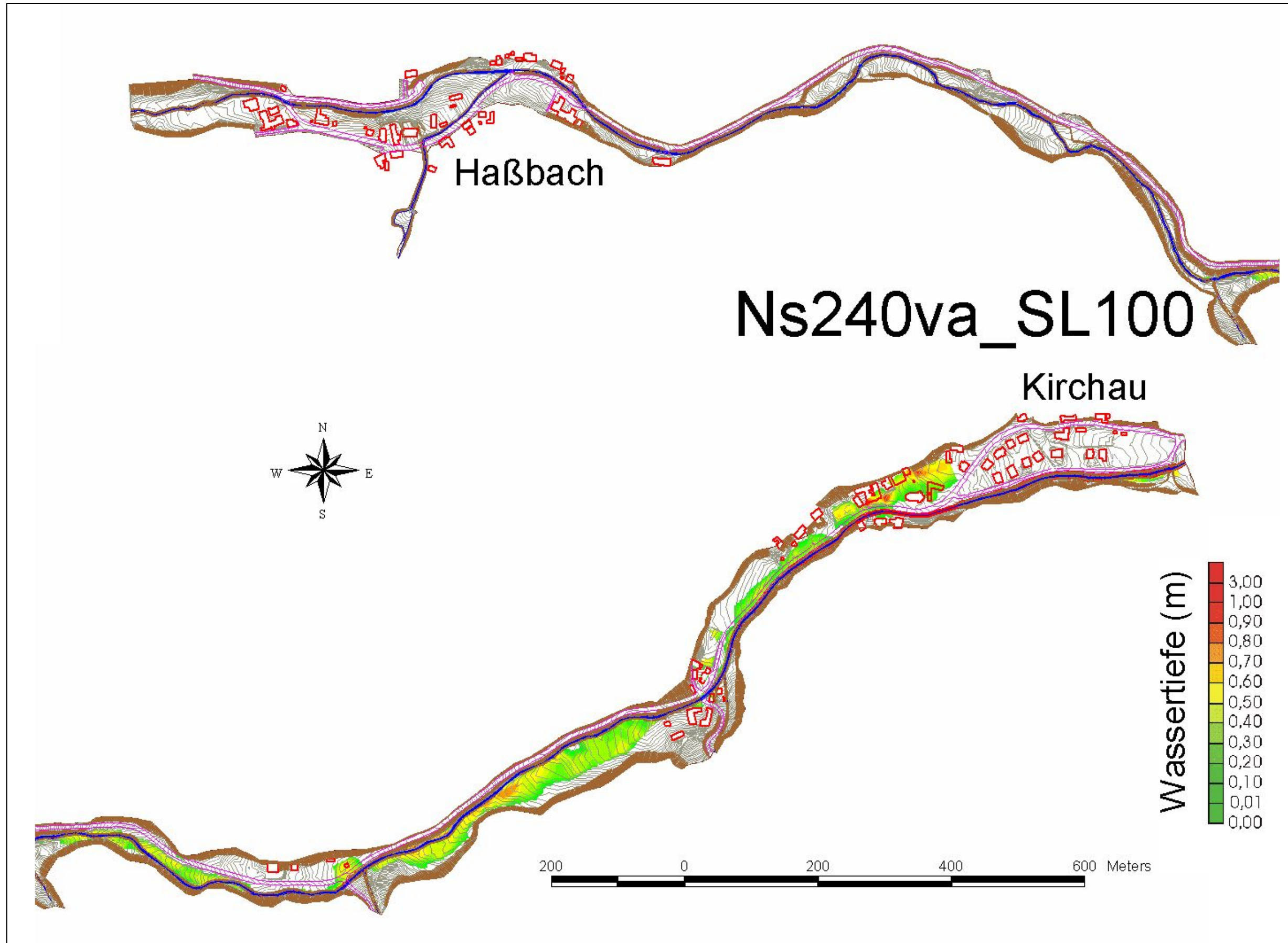


Abbildung 28: Überflutungstiefen Ns240va_SL100

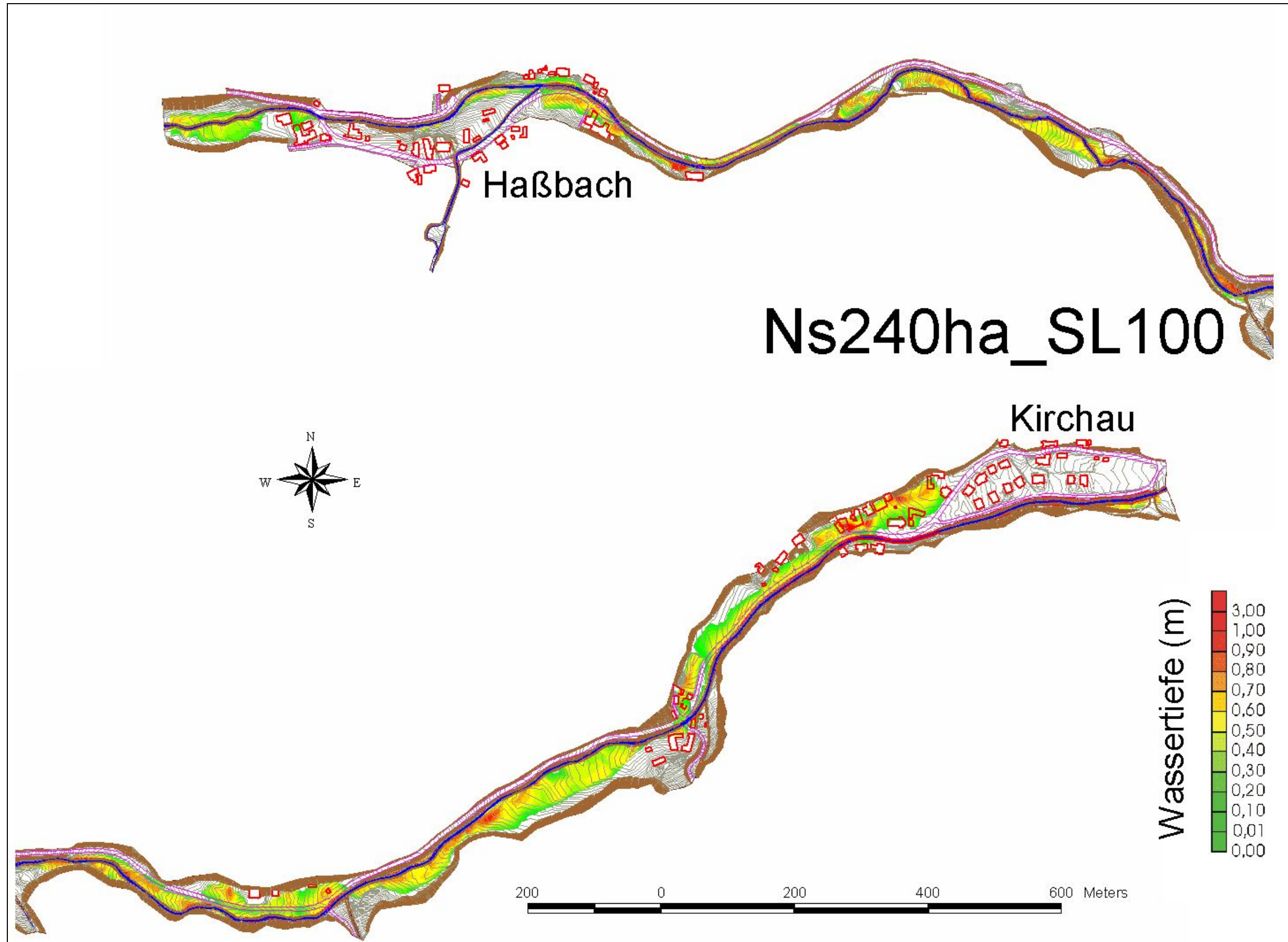


Abbildung 29: Überflutungstiefen Ns240ha_SL100

6 Geschiebe

Die der Bemessung zu Grunde liegenden Geschiebefrachten, werden nach den beim Ereignis 1999 aufgetretenen Geschiebemengen festgelegt. In Tabelle 13 sind die unmittelbar nach dem Ereignis 1999 aufgenommenen Geschiebefrachten der einzelnen Seitenzubringer ersichtlich (vgl. Band 1)

Zubringer	Geschiebefracht beim Ereig. 1999 [m ³]
Forstergraben	4850
Laaergraben	3300
Felbergraben	6750
Ponholzgraben	1000

Tabelle 13: Beim Ereignis 1999 aufgetretene Geschiebefrachten

Beim Ereignis 1999 lag der Seitenzubringer Ponholzgraben nicht im Bereich der maximal aufgetretenen Niederschlagsmengen und lieferte somit geringere Abflüsse und Geschiebemengen als die Seitengräben Forster-, Laaer- und Felbergraben. Die der Bemessung zugrundeliegende Geschiebefracht für den Ponholzgraben wurde folgendermaßen bestimmt:

Die durchschnittlichen Gerinneneigungen der Seitenzubringer Forstergraben, Laaergraben und Felbergraben korrelieren gut mit der spezifischen Geschiebefracht (siehe Abbildung 30, Tabelle 14).

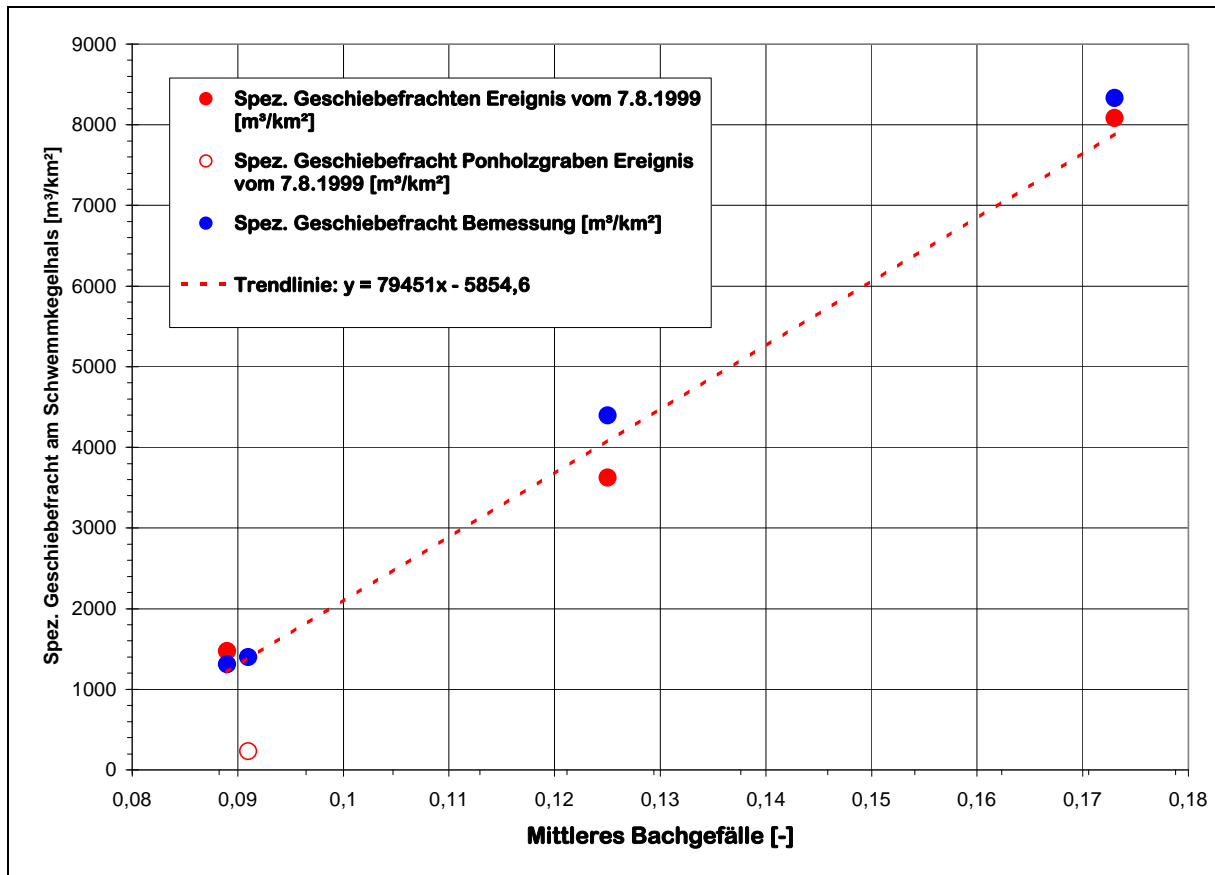


Abbildung 30: Zusammenhang zwischen mittlerem Bachgefälle und spez. Geschiebefracht der Seitenzubringer Forstergraben, Laergraben und Felbergraben, sowie der spez. Bemessungsgeschiebefrachten

Aufgrund der Ähnlichkeit der Einzugsgebiete kann die aufgestellte Beziehung auch auf den Ponholzgraben angewendet werden. Die spez. Geschiebefracht des Ponholzgrabens wurde also über die, der Ausgleichsgeraden zugrundeliegenden Funktion bestimmt. Durch Multiplikation der spez. Geschiebefrachten mit der Einzugsgebietsgröße erhält man die Geschiebefrachten der Bemessung. Die gerundeten Bemessungsgeschiebefrachten sind in Tabelle 14 ersichtlich.

Kenngröße	Forstergraben	Laaergraben	Felbergraben	Ponholzgraben
Fläche Einzugsgebiet [km²]	0,6	0,91	4,58	4,28
Gefälle [-]	0,173	0,125	0,089	0,091
Spez. Geschiebefracht [m³/km²] Bemessung	8333	4396	1310	1402
Geschiebefracht Bemessung, gerundet [m³]	5000	4000	6000	6000

Tabelle 14: Bemessungs-Geschiebefrachten der einzelnen Seitengräben

7 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Studie wurden auf Grund mehrmaliger Hochwasserereignisse im Haßbachtal hydrologische und hydraulische Simulationen zur Bestimmung von Abflussmengen und Wasserspiegellagen durchgeführt. Zur Kalibrierung der Simulationsszenarien wurde das Ereignis vom August 1999 herangezogen.

Die Simulationen wurden mit den Programmen der Aachener Firma Hydrotec Nasim (Hydrologie) und Jabron (Hydraulik) durchgeführt, wobei die Ergebnisse der hydrologischen Simulation als Eingangswerte für die Hydraulik herangezogen wurden.

Der 100-jährliche Bemessungsniederschlag wurde mit Hilfe des Niederschlagsmodells von SKODA&LORENZ (2000) bestimmt. Einerseits wurde das gesamte EZG betrachtet, andererseits die einzelnen Zubringer zwischen Haßbach und Kirchau. Dabei zeigte sich, dass beträchtliche Unterschiede hinsichtlich Abflussganglinienform und Abflussbeiwert zwischen dem gesamten EZG und den betrachteten Seitengräben auftraten.

Die Ergebnisse der hydraulischen Simulation konnten als Überflutungstiefenkarten für den gesamten betrachteten Talraum dargestellt werden. Hierbei kam zum Ausdruck, dass trotz stark unterschiedlicher Szenarienannahmen ähnliche Überschwemmungsflächen zustande kamen.

Die Ergebnisse dieser Studie sollen als Eingangswerte für den Band 4 – Maßnahmen - dienen.

8 Literaturverzeichnis

COURT, (1961); FOUFOULA-GEORGIU ET AL.,(1990): zitiert bei LORENZ, SKODA

CHOW, VEN TE, (1959): Open Channel Hydraulics.

DVWK Merkblatt 220, (1991): Hydraulische Berechnung von Fließgewässern.

HYDROTEC, (1998a): Dokumentation zu: NASIM GIS-Zusatzmodule: NAGIS. Aachen.

HYDROTEC, (1998b): Dokumentation zu: NASIM GIS-Zusatzmodule: ZFL. Aachen.

HYDROTEC, (1999): Dokumentation zu : Niederschlag – Abfluss – Modell: NASIM, Version 2.7.1. Aachen.

HYDROTEC, (1999): Benutzerdokumentation zu Jabron 6.0, Version6.0.2.0. Aachen.

LORENZ, SKODA; (2000): Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen ($D \leq 12$) mit inadäquaten Daten für einen Forschungsbericht des Hydrographischen Dienstes, der in einem Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes Österreich (noch in Druck) vom BMLF herausgegeben wird.

PICHLER, A. (2000): FORSCHUNGSPROJEKT GLATZBACH: Untersuchung zu Klima und Hydrologie in einem hochalpinen Einzugsgebiet in den Hohen Tauern (Osttirol, Österreich). Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur, Wien.

ZELLER, (1988): Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse; Bericht Nr. 126 der Eidg. Anstalt für forstliches Versuchswesen.