



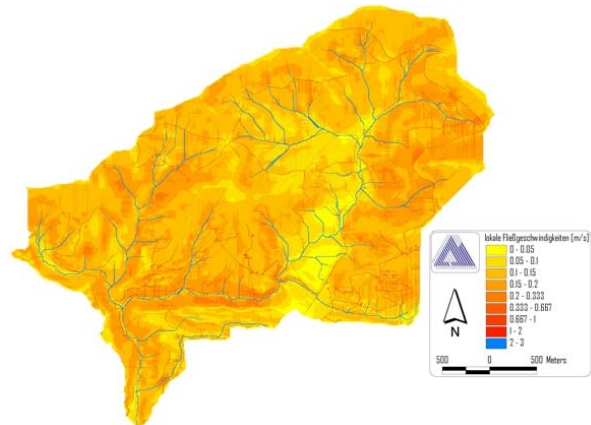
Universität für Bodenkultur
Institut für Alpine Naturgefahren
und Forstliches Ingenieurwesen



Peter Jordan Str. 82
A-1190 WIEN

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

WLS REPORT 87/Band 2



Im Auftrag:

**Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,
Sektion Salzburg**



Wien, Juni 03

Band 2
Hydrologische Simulation
des Ereignisses vom 17. Juli 2002 am Fischbach

Im Auftrag von: Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,
Sektion Salzburg
GZ: VI/3822-1154/1-2002

Projektleitung: A.o. Univ. Prof. Dr. J. Hübl
Projektverantwortlicher: Moser Markus
Mitarbeiter: Ganahl Egon
Gruber Harald
Holzinger Gerhard
Pichler Andreas

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

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

Report Nr.: 87

Referenz (Literaturzitat): HÜBL, J., GANAHL, E., GRUBER, H., HOLZINGER, G, MOSER, M.,
PICHLER, A. (2003): Hydrologische Simulation des Ereignisses vom 17. Juli 2002 am
Fischbach, WLS Report 87/Band 2, Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht)

Wien, im Juni 03

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	ZIELSETZUNG	1
3	SYSTEMANALYSE UND MODELLWAHL	1
3.1	GRUNDLAGEN	1
3.2	RÄUMLICHE UND ZEITLICHE ABGRENZUNG DES GESAMTSYSTEMS	2
3.3	SYSTEMPLAN	3
3.4	IDENTIFIZIERUNG VERHALTENSRELEVANTER ELEMENTE	4
3.5	AUSWAHL EINES GEEIGNETEN NUMERISCHEN MODELLANSATZES	6
3.5.1	<i>Anforderungen</i>	6
3.5.2	<i>Modellwahl</i>	6
4	VERWENDETE EINGANGSGRÖßEN	7
4.1	MODELLANFORDERUNGEN	7
4.2	GIS – SCHNITTSTELLE	7
4.2.1	<i>Gebietskennwerte</i>	7
4.2.1.1	Digitales Höhenmodell (DHM)	7
4.2.1.2	Landnutzung	8
4.2.1.3	Boden	9
4.2.1.4	Einzugsgebietsgliederung	11
4.2.2	<i>Berechnung der Zeitflächenfunktion (ZFL)</i>	12
4.3	ZEITREIHENGENERIERUNG	14
4.4	BERÜCKSICHTIGUNG TECHNISCHER EINBAUTEN	14
5	HYDROLOGISCHE SIMULATION	17
5.1	ABFLÜSSE DER TEILEINZUGSGEBIETE	17
5.2	VERGLEICH DER SIMULIERTEN MIT DEN RÜCKGERECHNETEN ABFLÜSSEN	19
5.3	VERGLEICH DER SIMULIERTEN MIT DER RÜCKGERECHNETEN ABFLUSSFRACHT	20
5.4	KENNWERTE ABFLUSSFRACHTEN	20

5.5	GANGLINIEN FÜR DIE HYDRAULISCHE SIMULATION.....	20
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	21
7	LITERATURVERZEICHNIS	22

1 Einleitung

Die Dokumentation zum Ereignis vom 17. Juli 2002 stellt die Basis für eine umfassende Rekonstruktion der Prozessabläufe im Ereigniszeitraum (siehe Band 1) dar. Aus den Analyseergebnissen zur Niederschlagssituation, der Rückrechnung der Abflussspitzen sowie der Befragung der ortsansässigen Bevölkerung zur Rekonstruktion der Abflussganglinie wurde eine Datengrundlage geschaffen, die es ermöglicht, Ergebnisse aus Simulationsmodellen zur Niederschlag-Abfluss-Beziehung am Fischbach hinsichtlich ihrer Gültigkeit und Konsistenz zu überprüfen. Voraussetzung ist jedoch ein geeignetes numerisches Modell, das aufbauend auf den bekannten Wirkungsbeziehungen hydrologischer Prozesse eine Simulation derselben im Betrachtungszeitraum ermöglicht.

2 Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Analyse liegt darin, die Abflussganglinie des Fischbaches zum Zeitpunkt des Ereignisses an neuralgischen Punkten in räumlich- und zeitlicher Hinsicht nachzubilden. Die dort ermittelten Hydrographen dienen wiederum als Eingangsgröße für eine nachfolgende Simulation des Wellenablaufes in zu definierenden Gerinneabschnitten. Darüber hinaus sind Abschätzungen über das Verhalten der beaufschlagten Bauwerke in den Gerinnestrecken im Hinblick auf die beabsichtigte Transformation der Abflussganglinie und deren Gesamtwirkung auf die Prozessabläufe vorzunehmen.

3 Systemanalyse und Modellwahl

3.1 Grundlagen

Es wird davon ausgegangen, dass die generellen Wirkungszusammenhänge hydrologischer Prozesse bekannt sind und mit einem gewissen Grad an Determiniertheit beschrieben werden können. Dennoch sind in der Regel aufgrund der enormen Variabilität in den Randbedingungen aus physikalisch und rechentechnischen Gründen Generalisierungen vorzunehmen, die die Zahl der notwendigen Gleichungssysteme zur Lösung der Problemstellung auf ein vernünftiges Ausmaß reduzieren. Randeffekte, wie z. B. Austauschprozesse zwischen benachbarten Bodenaggregaten können mit den herkömmlichen Modellen nicht berücksichtigt werden. Die Ergebnisse sind strenggenommen für einen herausgelösten Teilausschnitt der Erdoberfläche zum betrachteten Zeitpunkt unter Berücksichtigung notwendiger Modellgrenzen gültig.

3.2 Räumliche und zeitliche Abgrenzung des Gesamtsystems

Die räumliche Ausdehnung des zu analysierenden Gesamtsystems „Fischbach“ wird begrenzt durch die Summe der physischen Oberflächen, die zum Fischbach hin bis hm 38,1 (Autobahndurchlass) entwässern. Die Einschränkung der Gebietsausdehnung erfolgte in Absprache mit dem Auftraggeber. Unterirdische Wasserscheiden können aufgrund fehlender Informationen nicht zur Systemabgrenzung herangezogen werden. Die sich dadurch ergebenden Einzugsgebietsgrenzen sind in der Abbildung 1 ersichtlich. Der betrachtete Zeitraum erstreckt sich vom 16. Juli 2002 14:25 MEZ bis zum 18. Juli 2002 00:10 MEZ. Die Wahl des Zeitausschnittes wird dahingehend erklärt, dass eine dem Ereignis vorangegangene Überregnung des oben definierten Einzugsgebietes für die Ableitung der Anfangsbedingungen sowie ein gewisser Zeitraum für das Ablaufen der Hochwasserwelle für die Abschätzung der Prozessauswirkungen als notwendig befunden wird.

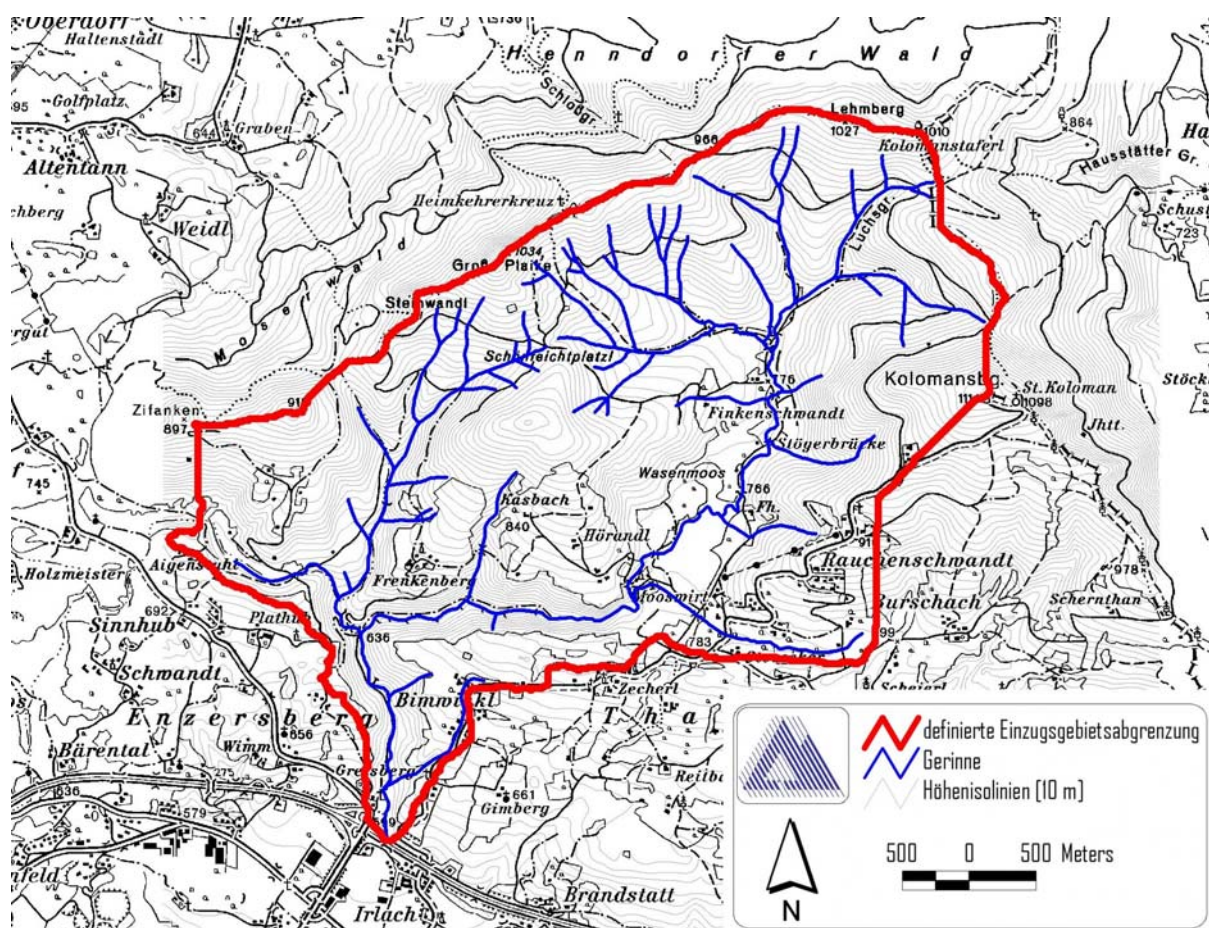


Abbildung 1: Räumliche Eingrenzung (rot) des definierten Einzugsgebietes des Fischbachs mit Darstellung der nennenswerten Gerinneläufe (Quelle:ÖK50, Blatt 64)

3.3 Systemplan

In diesem Gesamtsystem „Fischbach“ werden die neuralgischen Punkte definiert, die in weiterer Folge die Eingangsgrößen für die hydraulische Simulation liefern sollen. Da sich die hydraulische Simulation vom Zusammenfluss Fischbach/Waldbach bis zum Autobahndurchlass erstreckt, sind jene Einzugsgebietsflächen von Bedeutung, die in diesen Gerinneabschnitt entwässern. Zur zeitlichen Plausibilitätskontrolle der Simulationsergebnisse am Ende des definierten Einzugsgebietes, werden die Einbauten mit der Angabe der Speicherinhaltskurven, Drosselfunktion und Überfall ins Modell integriert. Abbildung 2 zeigt schematisch den Systemplan mit der Darstellung der für die hydraulische Simulation relevanten Systemelemente und der integrierten Einbauten.

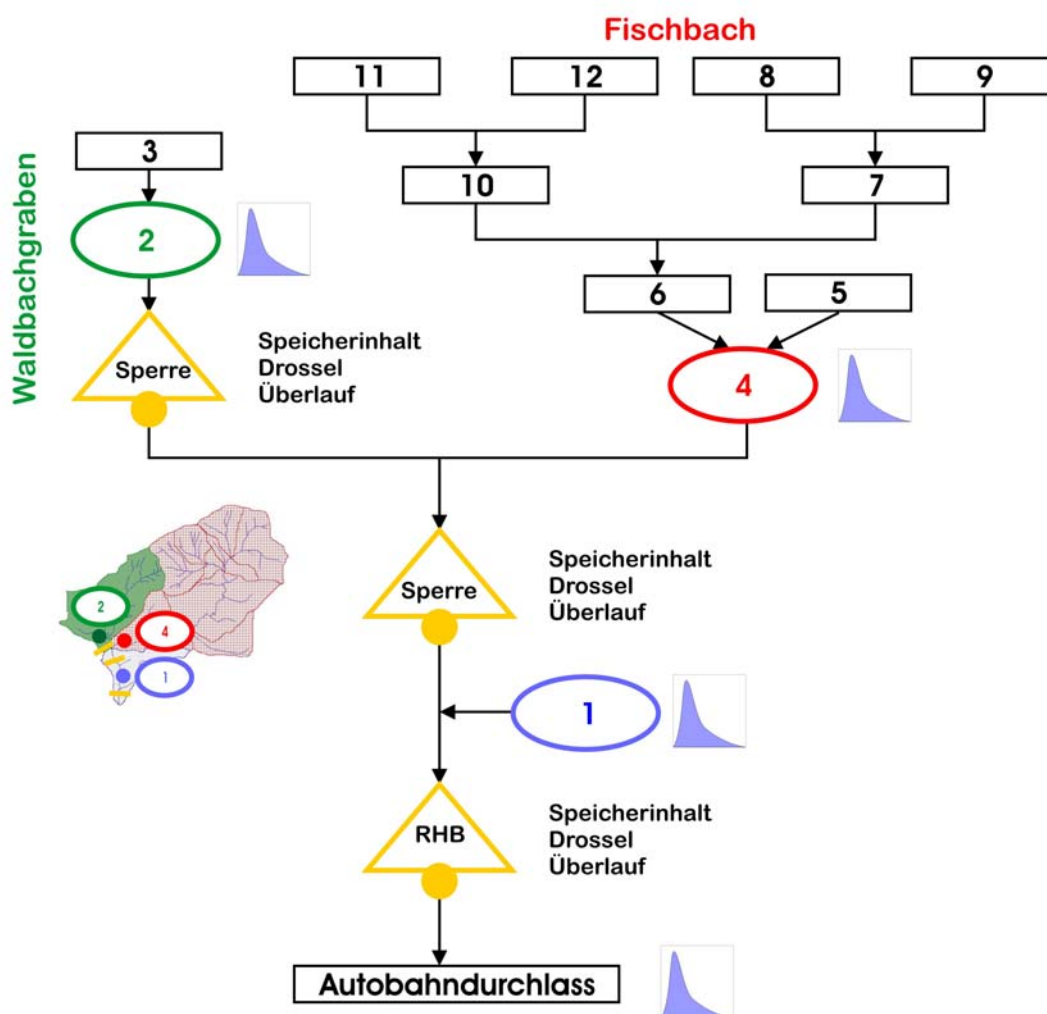


Abbildung 2: Schematischer Systemplan für das EZG (Die mit den Nummern gekennzeichneten Systemelemente entsprechen den Teileinzugsgebieten 1 bis 12 (siehe Abbildung 6))

3.4 Identifizierung verhaltensrelevanter Elemente

Das betrachtete Gesamtsystem „Fischbach“ setzt sich aus den ereignisrelevanten Kategorien (i) Luftmassenraum, (ii) Topografie, (iii) aktuelle Landnutzungsformen, (iv) Gewässer, (v) Boden und (vi) geologischer Aufbau zusammen. Auf eine Differenzierung von Teilen der vorgestellten Kategorien in natürliche oder anthropogen bedingte Klassen wird verzichtet, da eine generelle anthropogene Beeinflussung der Fläche impliziert wird. Im Hinblick auf das definierte Zeitfenster, der geografischen Lage und der Höhenerstreckung im Untersuchungsgebiet wird die Annahme getroffen, dass bei Starkniederschlägen die Auswirkungen der Parameter Evapotranspiration, Tropfengrößenverteilung, Temperatur an der Bodenoberfläche, Mikrovariabilität der Bodeneigenschaften und Durchwurzelungsintensität vernachlässigt werden kann. Als verhaltensrelevante Elemente oben genannter Kategorien zur Modellierung der Niederschlag-Abfluss-Charakteristiken werden unter Einbeziehung der Prozesszusammenhänge sowie der zur Verfügung stehenden Informationen folgende Parameter (vgl. Band 1) identifiziert:

a) Luftmassenraum

- Niederschlag
 - Intensität
 - Dauer
 - Verteilung
- Lufttemperatur

b) Topografie

- Höhenerstreckung
- Hangneigung
- Flächenorientierung

c) Aktuelle Landnutzungsformen

- Vegetation
 - Gesellschaft
 - Bedeckungsgrad
 - Interzeptionsleistung
 - pot. Durchwurzelungstiefe
 - Nutzungsart
 - Flächenanteil
- Siedlung

- Flächenanteil
- Versiegelungsgrad
- Oberflächenrauigkeit
- Infrastruktureinrichtungen
 - Flächenanteil
 - Versiegelungsgrad
 - Oberflächenrauigkeit

d) Gewässer

- Geometrie
- Länge
- Sohlgefälle
- Rauigkeit
- Bauwerk
 - Art
 - Retentionsvolumen
 - Abflusstransformationsfunktion

e) Boden

- Bodentyp
 - Schichtanzahl (Horizonte)
 - Schichtmächtigkeit
 - Bodenart
 - Grobporenvolumen
 - Feldkapazität
 - kf-Wert
 - max. Infiltrationsrate
- Flächenanteil
- Oberflächenrauigkeit
- Versiegelungsgrad

f) Geologischer Aufbau

- Gesteinsart
- Tiefe unter Geländeoberkante
- Oberflächenrauigkeit
- Versiegelungsgrad
- Max. Infiltrationsleistung

3.5 Auswahl eines geeigneten numerischen Modellansatzes

3.5.1 Anforderungen

Die Zuverlässigkeit der Rekonstruktion einer Abflussganglinie in Abhängigkeit von Ort und Zeitpunkt hängt von der Fähigkeit des Modellansatzes ab, die maßgeblichen Verhältnisse zum betrachteten Zeitpunkt realitätsnah abzubilden. Im Allgemeinen liegen die hierzu notwendigen Messdaten weder quantitativ noch in einer Qualität vor, die es ermöglicht, die einzeln ablaufenden Prozesse der Niederschlagstransformation auf der Erdoberfläche im vollem Umfang zu beschreiben. Deshalb sind, wie bereits erwähnt Generalisierungen notwendig, wobei deren Ausmaß von der Komplexität des gewählten Modells abhängt.

Betrachtet man die Unsicherheit von Modellergebnissen, so lässt sich im Vergleich von komplexen mit einfachen Modellen feststellen, dass mit dem Anspruch an eine vollständige Nachbildung der physikalischen Vorgänge die Komplexität des Modells zunimmt. Mit der Komplexität steigt die Anzahl der zu verwendenden Modellparameter, wodurch die stochastische Unsicherheit abnimmt. Andererseits nimmt mit zunehmender Anzahl an Input-Daten, die spezifiziert werden müssen, auch der Datenfehler wieder zu. Komplexe Modelle funktionieren daher nur dann besser, wenn auch die Eingangsparameter mit der benötigten Auflösung zur Verfügung stehen. Zudem stellt die Interpretation der Modellergebnisse bei komplexen Modellen eine zusätzliche Anforderung dar.

Als Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des zu wählenden Modells zählen neben der Möglichkeit der Einbindung oben definierter ereignisrelevanter Elemente in die physikalischen Ablaufprozesse eine effiziente Datenhaltung, die Möglichkeit der Szenarienbildung sowie eine vertretbare Rechenzeit.

3.5.2 Modellwahl

Aufgrund der Vielzahl der angebotenen Modellansätze und deren numerischer Implementierung in den verschiedensten Simulationssoftwarepaketen zum Thema „Niederschlag-Abfluss-Beziehung“ ist eine eigene Generierung eines Modells zur Nachbildung stattgefundenen Prozesse am Fischbach nicht nötig, sofern das zur Verfügung stehende Modell alle Antworten auf die Problemstellung liefern kann.

Entsprechend der aufgestellten Anforderungen erweist sich unter den am Institut eingesetzten und erprobten NA-Softwarepaketen das Modell NASIM (Fa. HYDROTEC, Aachen) für die Lösung der Zielsetzung als geeignet. Das Modell

NASIM (**N**iederschlag-**A**bfluss-**S**imulation) kann den deterministischen Modellen zugereicht werden, wobei eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten, die von der Prognose des Verlaufes von Hochwasserwellen, über die Simulation von Schneeschmelzprozessen im alpinen Bereich, der Validierung von Berechnungsversuchen bis hin zur langfristigen Modellierung des hydrologischen Kreislaufes reichen, gegeben sind (z.B. PRESSLAUER 1994; HÜBL et al. 1998; PICHLER 2000; HÜBL et al. 2000a; HÜBL et al. 2000b; PICHLER 2002). Eine detaillierte Beschreibung über die Modellansätze und deren Grundlagen für NASIM sind der „NASIM – Dokumentation“ (HYDROTEC 2002) zu entnehmen.

4 Verwendete Eingangsgrößen

4.1 Modellanforderungen

NASIM benötigt zur numerischen Beschreibung spezielle Informationen über das betrachtete Einzugsgebiet. Als essentiell gelten neben den Eingangszeitreihen Niederschlag, Temperatur und Verdunstung auch die Beschreibungen zu den Teileinzugsgebietscharakteristiken, wie Gebietsgeometrie, Landnutzung, Bodenaufbau, Gerinnekennwerte und Einbauten in den Gerinnestrecken. Dem Stand der Technik entsprechend, sind ein Großteil der angeführten notwendigen Informationen über Schnittstellen (GIS, Zeitreihenverwaltungssystemen, etc.) in NASIM importierbar – womit die Aufsetzung des Simulationsmodells effizient gestaltet werden kann.

4.2 GIS – Schnittstelle

Für NASIM können alle raumbezogenen Eingangsdaten mit Hilfe eines GIS (z.B. ArcView™) erstellt und verwaltet werden. 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.

4.2.1 Gebietskennwerte

4.2.1.1 Digitales Höhenmodell (DHM)

Das DHM wurde vom BEV im Form einer Punktliste mit 10 m Maschenweite zur Verfügung gestellt und im GIS (ArcView™) in einen Grid konvertiert (siehe Abbildung 3).

Um Fehler in den Höhendaten bzw. durch die Maschenweite der Rasterzellen bedingte Artefakte (Senken) im DHM eliminieren zu können, wurden diese aufgefüllt.

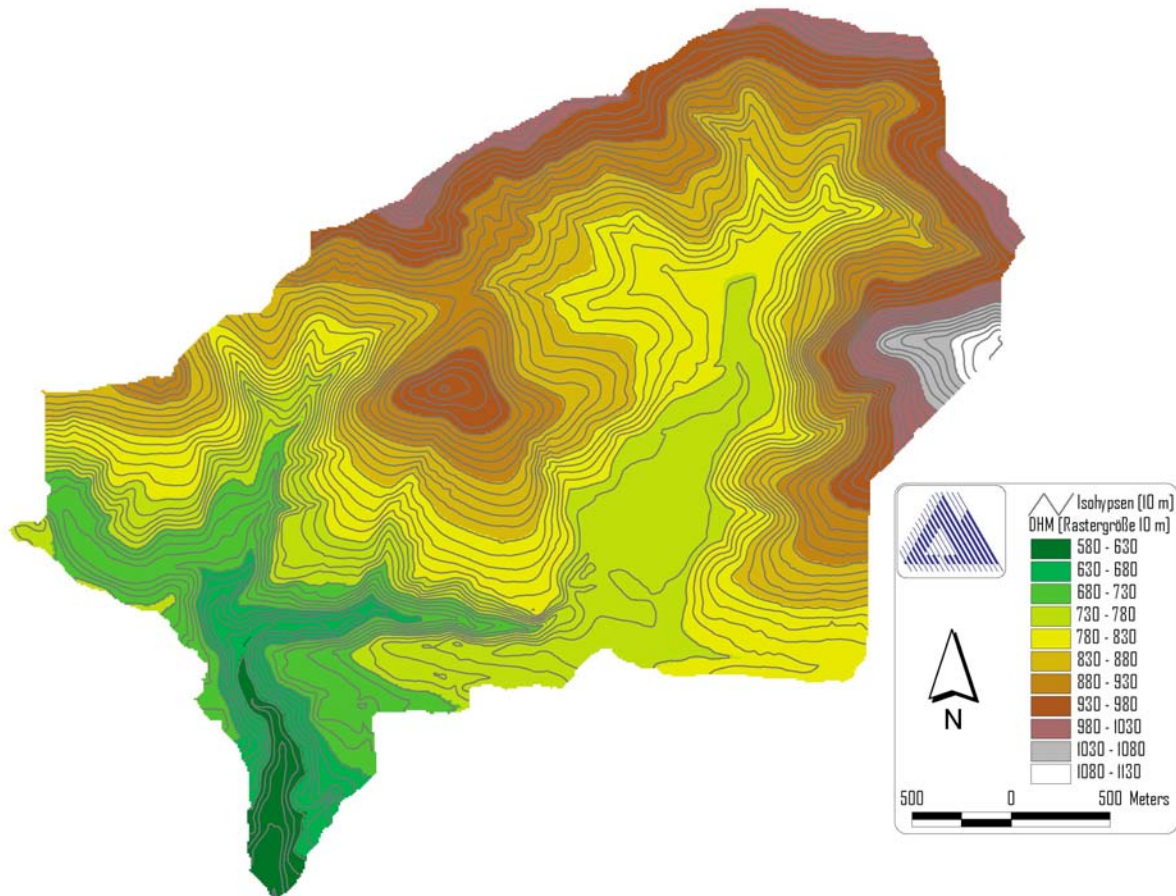


Abbildung 3: DHM des Einzugsgebietes mit 10-m Isohypsen, basierend auf einer Rastergröße von 10 m (Quelle: BEV)

4.2.1.2 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.

Landnutzungsform	Versiegelungsgrad [%]	Bedeckungsgrad [%]	Interzeptionspeicher [mm]	pot. Durchwurzelungstiefe [m]	k_s -Wert	Fläche [m ²]
Asphaltstrasse	100,0	0,0	0,10	0,00	50	56480
Freifläche	5,0	80,0	1,00	0,50	10	114891
Gebäude	100,0	0,0	0,10	0,00	35	23529
Schotterstrasse	98,0	0,0	0,10	0,00	30	109414
Wald	5,0	90,0	8,00	1,00	8	9312602
Weg	95,0	0,0	0,10	0,00	35	23956
Wiese	5,0	95,0	1,00	0,50	10	2339616

Tabelle 1: Definierte Eigenschaften der festgelegten Landnutzungsformen

Die Abgrenzung der relevanten Landnutzungsklassen im Untersuchungsgebiet wurde im Band 1 beschrieben und für die vorliegende Problemstellung übernommen.

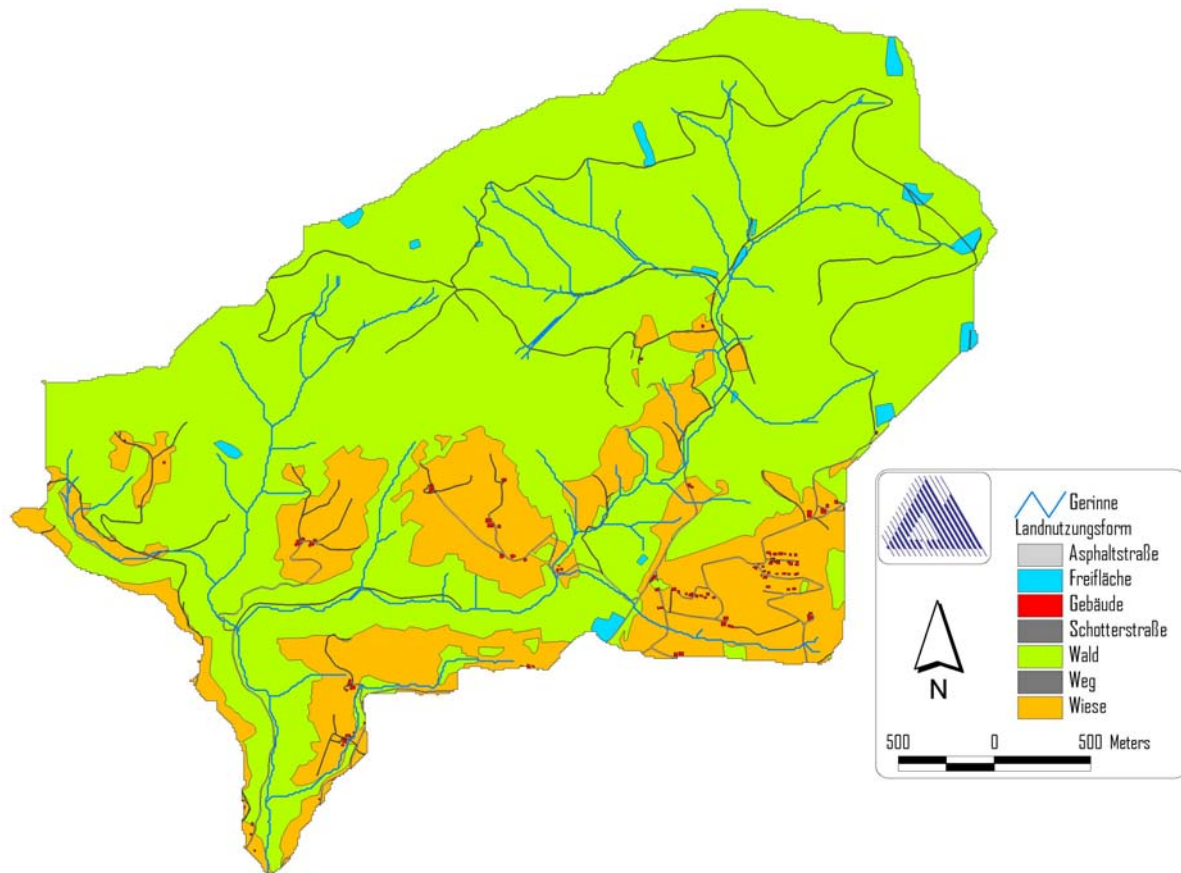


Abbildung 4: Landnutzung im EZG

Die qualitativen Eigenschaften der Landnutzungsklassen werden durch die Parameter Durchwurzelungstiefe, Interzeption, Versiegelungsgrad und der Rauigkeit bestimmt (siehe Tabelle 1). Die Durchwurzelungstiefen werden als Erfahrungswerte angesetzt, der Versiegelungsgrad gutachtlich geschätzt. Die Angaben zu Interzeption und k_s -Wert sind HYDROTEC (2002) entnommen.

4.2.1.3 Boden

Das NA-Modell NASIM fasst den Boden als Zwischenspeicher auf, wobei hier über verschiedene Prozesstypen das Abflussverhalten gesteuert wird. Nachdem die Bodeneigenschaften über Raum und Zeit unterschiedlich stark variieren, ist es notwendig, aus den zur Verfügung stehenden Informationen Generalisierungen zu treffen, die einem „mittleren“ Zustand der Bodencharakteristik entsprechen – daraus werden wiederum Flächen mit ähnlichen Eigenschaften aggregiert. Auf Grundlage der digital vorhandenen Bodenkarte über das Untersuchungsgebiet (ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG 1978) und der dazugehörigen Legende sowie der Annahmen über die Bodentypenverteilung in Waldflächen

werden nach dem Ähnlichkeitsprinzip sechs charakteristische Bodentypen ausgeschieden (vgl. Abbildung 5).

Der Aufbau der Bodentypen hinsichtlich der Horizontanzahl und der diesen Horizonten zurechenbaren Bodenarten wird auf Grundlage der Angaben der ÖSTERREICHISCHEN BODENKARTIERUNG (1978) zum Blatt „Thalgau“ (siehe Tabelle 2) angesetzt. Die hydrologisch relevanten Eigenschaften der Bodenarten werden gutachtlich nach den Angaben DVWK (1982) bestimmt, wobei generell eine mittlere Lagerungsdichte impliziert wird (siehe Tabelle 3). Eine Überprüfung in situ wurde nicht vorgenommen.

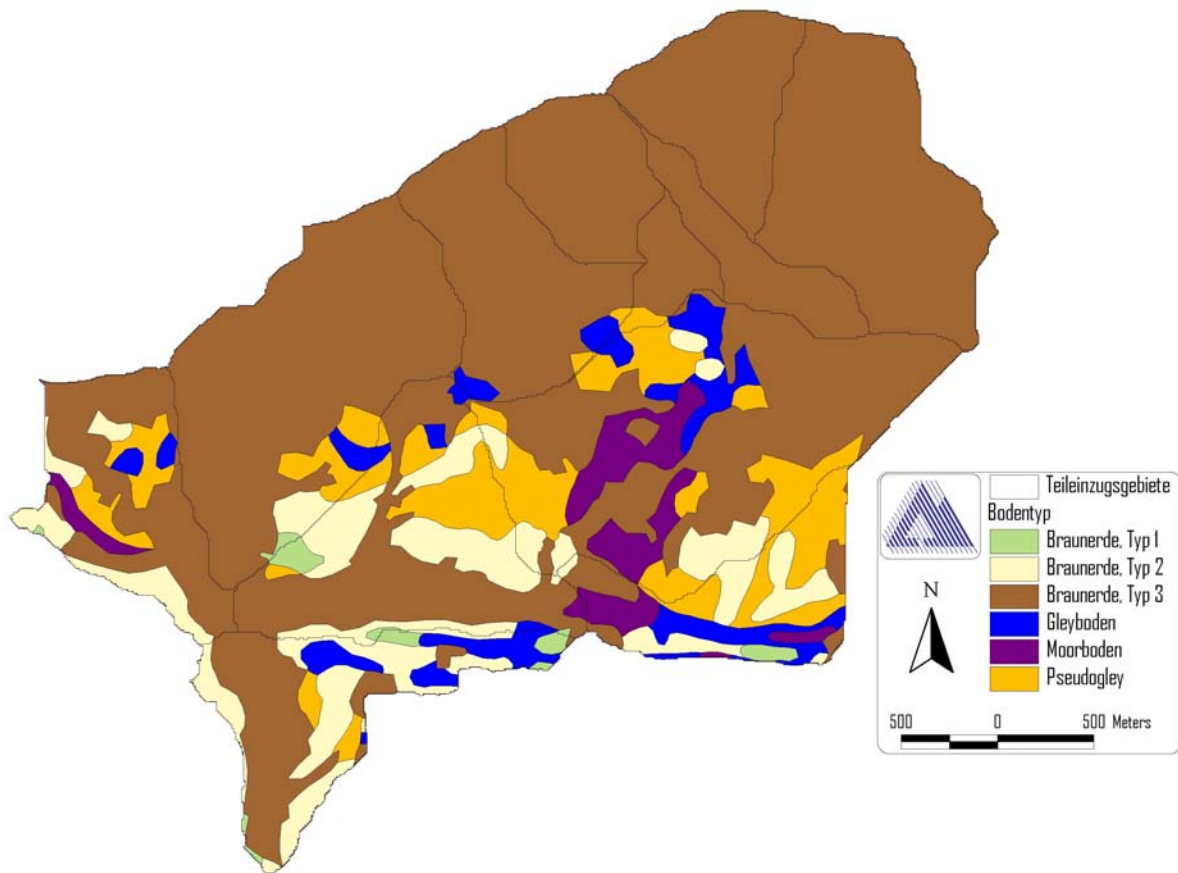


Abbildung 5: Aggregierte Bodentypen im EZG

Bodentyp	Anzahl d. Schichten	Dicke 1 [m]	zugewiesene Bodenart	Dicke 2 [m]	zugewiesene Bodenart	Dicke 3 [m]	zugewiesene Bodenart	Fläche [m ²]
Braunerde, Typ 1	3	0,15	Ls3	0,20	Ls3	0,50	Ls3	105520
Braunerde, Typ 2	3	0,15	UI3	0,40	Lu	0,20	Lu	1297377
Braunerde, Typ 3	3	0,15	Ls3	0,30	Ls3	0,40	Lu	8317070
Gley	3	0,10	UI3	0,25	UI3	0,60	Lu	525157
Moor und Anmoor	2	0,20	Hh1	0,50	Hh4	0,00	-	420042
Pseudogley	3	0,15	Ls3	0,60	Lu	0,30	Lt3	1197429

Tabelle 2: Generalisierter Aufbau der definierten Bodentypen im Untersuchungsgebiet

Bodenart nach DVWK	FK [mm/m]	GPV [mm/m]	KF [mm/h]	INF [mm/h]
Ls3	330,0	430,0	33,30	42,0
Lu	360,0	450,0	16,67	17,0
U13	370,0	440,0	16,67	17,0
Lt3	410,0	480,0	16,67	17,0
Hh1	670,0	730,0	16,67	8,0
Hh4	670,0	730,0	4,17	8,0

Tabelle 3: Gutachtlich festgesetzte Parameter zu den Bodenarten (Quelle: DVWK Richtlinien 1982)

Dabei bedeuten:

- FK Feldkapazität [mm/m]
- GPV Gesamtporenvolumen [mm/m]
- KF gesättigte hydraulische Leitfähigkeit [mm/h]
- INF maximale Infiltrationsrate [mm/h]

4.2.1.4 Einzugsgebietsgliederung

Aus programmspezifischen und konzeptuell-hydrologischen Gründen ist eine Unterteilung des gesamten Einzugsgebietes in Teileinzugsgebiete sinnvoll.

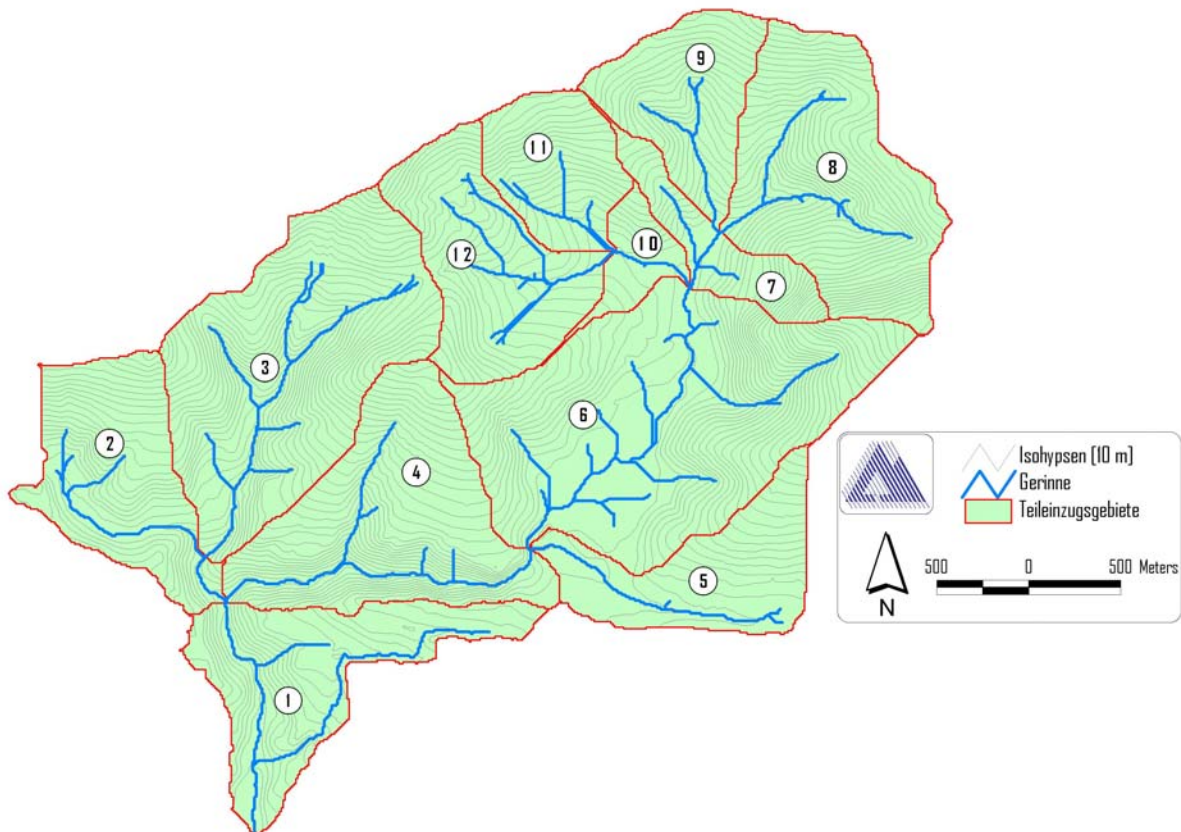


Abbildung 6: Hydrologische Gliederung des Untersuchungsgebietes (Die Nummerierung der Teileinzugsgebiete entspricht den Systemelementen in der NASIM – Konzeption)

Die interaktive Abgrenzung erfolgt am DHM automatisiert in ArcView™ auf Grundlage der festgelegten Profilmesspunkte (vgl. Band 1), der Entwässerungsrichtung der einzelnen Gridzellen und der Angabe einer Mindestanzahl an Gridzellen, die ein Gerinne ausbilden. Das Ergebnis (Teilflächen) wird hinsichtlich seiner Plausibilität überprüft und durch Aggregation der Teilflächen eine Homogenisierung der Flächengröße erreicht (siehe Abbildung 6).

4.2.2 Berechnung der Zeitflächenfunktion (ZFL)

Die Zeitflächenfunktion ist ein NASIM GIS - Zusatzmodul und beschreibt die Translation einer Welle auf der Oberfläche, d.h. die Verlagerung einer Welle in der Zeit ohne Retention (HYDROTEC 1998). Der Berechnungsalgorithmus bezieht sich nur auf den beim Infiltrationsbeginn als Oberflächenwasser abgetrennten Niederschlag. Entsprechend der ZFL wird der Oberflächenabfluss zum Teilgebietsauslass geroutet. Damit ist eine Bestimmung der Geometrie des Teilgebietes nicht mehr erforderlich.

Eingangsdaten sind neben einem DHM (Grid) und der Festlegung der (optionalen) Teilgebietsgrenzen sowie der Rauigkeiten im Teilgebiet die Parameter Oberlieger - Schwellwert, Fließtiefe und Fließgeschwindigkeit im Gerinne (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7: Dialog zur ZFL in ArcView

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 gutachtlich festgehalten werden. Der Default-Wert (8) für den Parameter k_S wird dann gesetzt, wenn in einem Teilgebiet keine Rauheitsangaben festgelegt wurden.

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

Als Ergebnis der Zeitflächenfunktion erhält man neben diversen Gridthemen ein *.dbf – File („tape20“), das in NASIM zur Berechnung der Abflusskonzentration herangezogen wird. Die erwähnten Themen sind z.B. globale Akkumulation, Isochronen zu den Teileinzugsgebieten und Verteilung der Fließgeschwindigkeiten im Teileinzugsgebiet (z.B. Abbildung 8), wobei berücksichtigt werden muss, dass NASIM mit Reinwasserabflüssen rechnet.

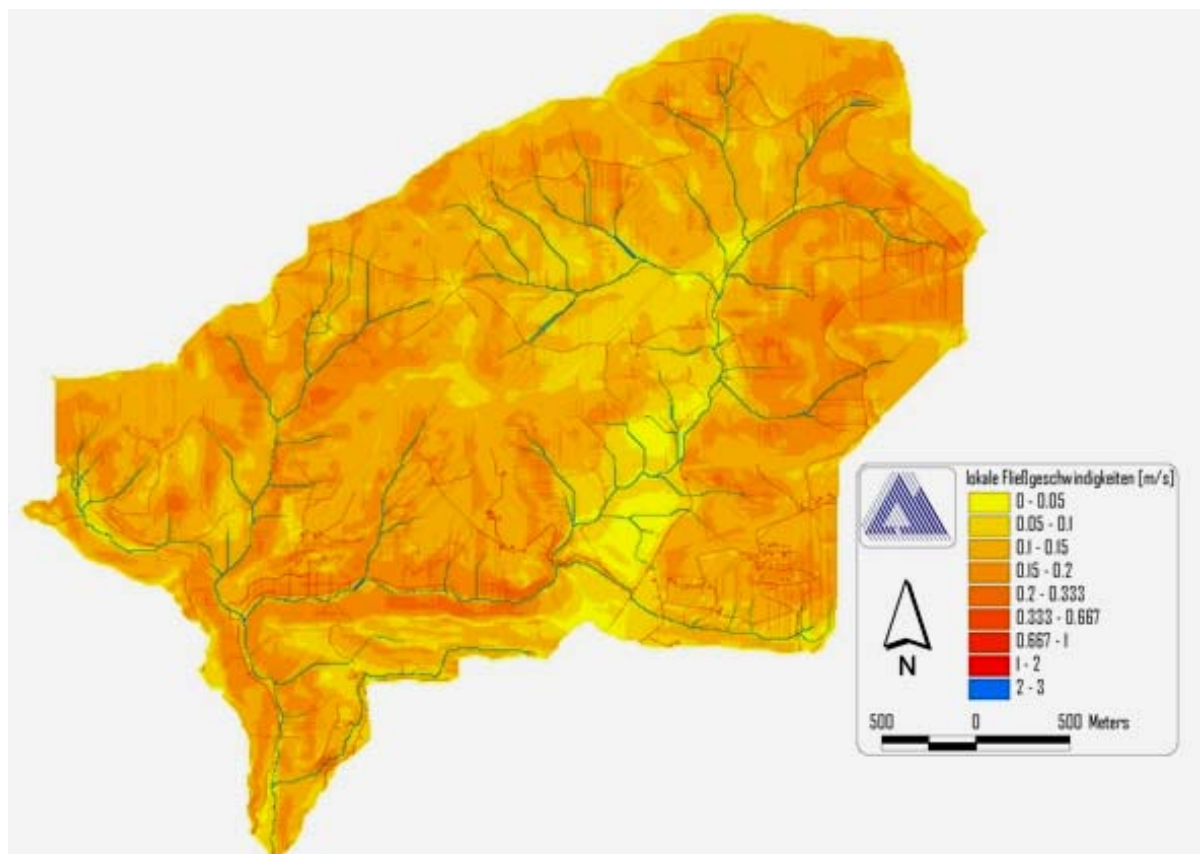


Abbildung 8: Berechnete lokale Fließgeschwindigkeiten [m/s] im Untersuchungsgebiet

4.3 Zeitreihengenerierung

Zur Simulation müssen Zeitreihen zu Niederschlag, Temperatur und Verdunstung vorliegen. Aufgrund der Annahme, dass bei einer Rekonstruktion eines Starkniederschlag-Ereignisses in der betrachteten Jahreszeit und der mittleren Höhenlage sowohl der Einfluss der Lufttemperatur (dient zur Unterscheidung der Niederschlagsform) als auch jener der Verdunstungshöhe vernachlässigt werden kann, finden diese als synthetische Zeitreihen mit konstanten Werten (20° C, 0 mm/d) Eingang in die Simulation. Die Zeitreihen zu den Niederschlagsverhältnissen im Betrachtungszeitraum wurden im Band 1 für jedes Teileinzugsgebiet aufgrund der Ergebnisse der Ereignisanalyse definiert und als Summenlinie mit einem Zeitschritt von 5 min in die Modellstruktur integriert. Um geeignete Anfangsbedingungen hinsichtlich des Bodenwasserhaushaltes für die Simulation verwenden zu können, werden die Niederschlagsverhältnisse am Vortag (16. Juli 2002) zusätzlich in einer Zeitreihe zusammengefasst und berücksichtigt.

4.4 Berücksichtigung technischer Einbauten

In den NASIM Systemplan werden folgende Schutzbauten integriert:

- Waldbachgraben, Sperre bei hm 1,29
- Fischbach, Sperre bei hm 47,41
- Fischbach, Rückhaltebecken bei hm 41,16

Für jedes Bauwerk wird der Speicherinhalt, die Drossel-, Überlauf und Entnahmefunktion festgelegt. Für das Rückhaltebecken bei hm 41,16 wird, nach Rücksprache mit der zuständigen Gebietsbauleitung der WLVB, der Abfluss aus dem Grundablass mit geschlossenen Klappen kalkuliert. Der abfluss über die Zufahrtsstrasse nach Frenkenberg ist in der Abflusskurve nicht berücksichtigt. Die hydraulische Berechnung der Kennlinien ist im Band 1, Anhang C3 angeführt. Abbildung 10 bis Abbildung 12 zeigen die Abflusskurven und Speicherinhaltslinien der 3 technischen Bauwerke im Waldbachgraben und Fischbach.

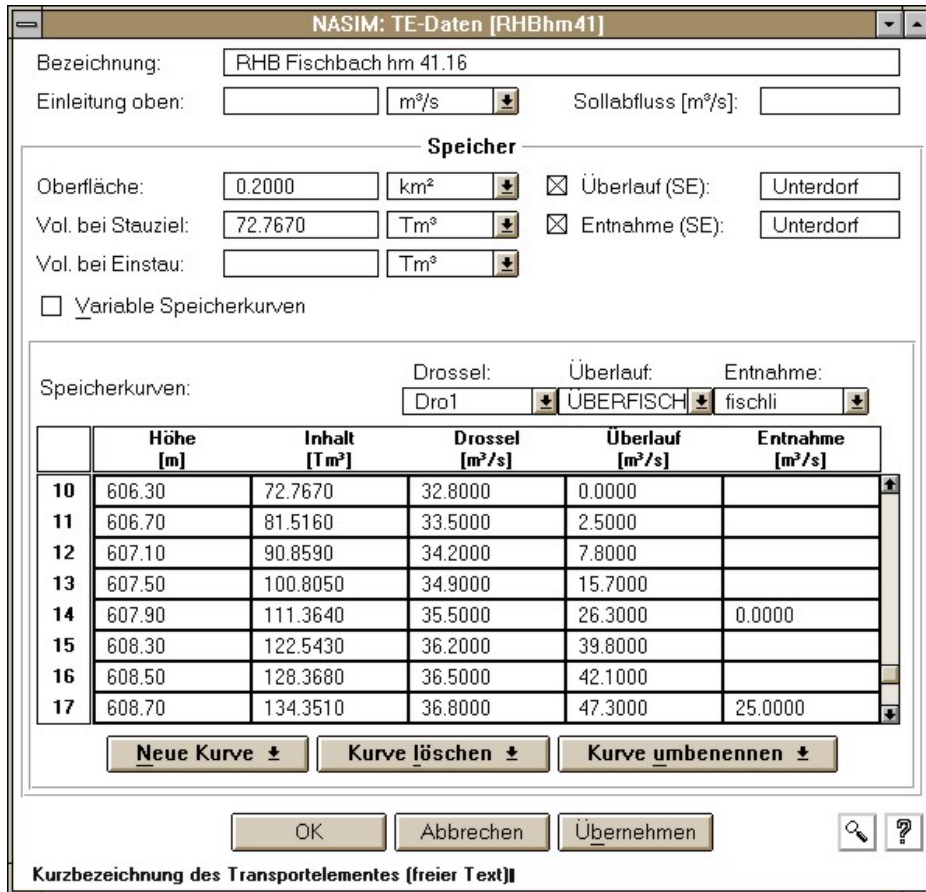


Abbildung 9: Dialog zu Kenndaten Transportelement (Beispiel RHB hm 41,16)

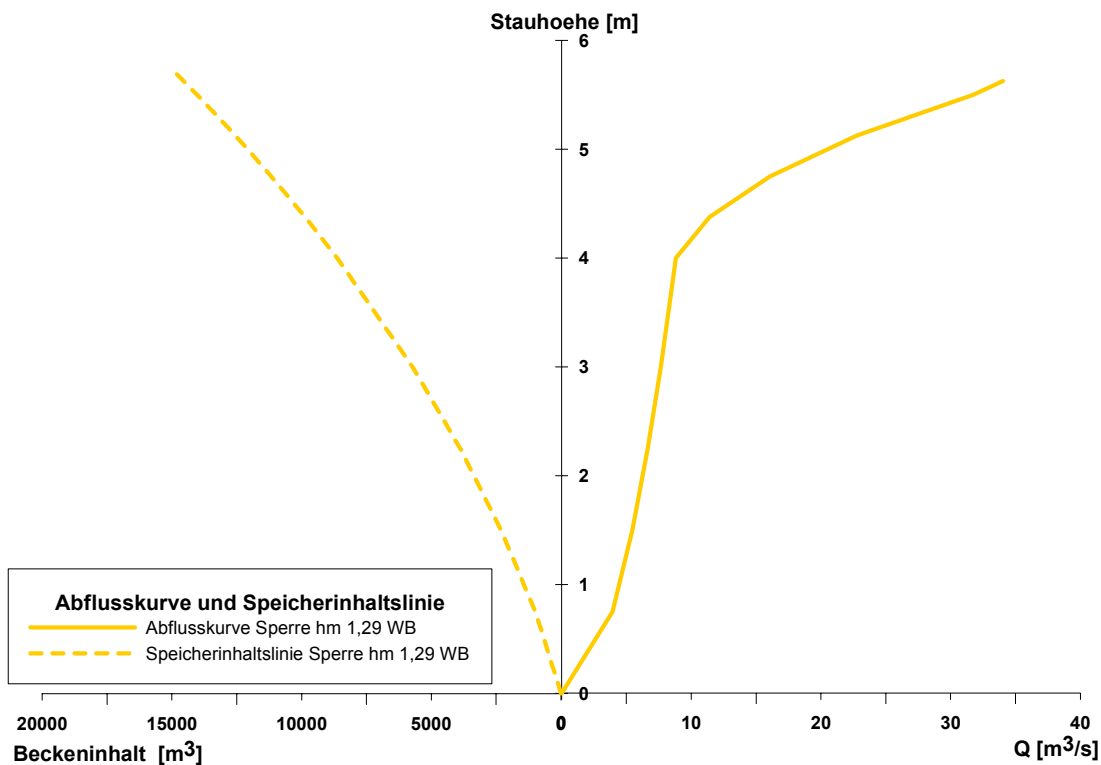


Abbildung 10: Darstellung der Abflusskurven und Speicherinhaltslinien der Sperre Waldbachgraben hm 1,29

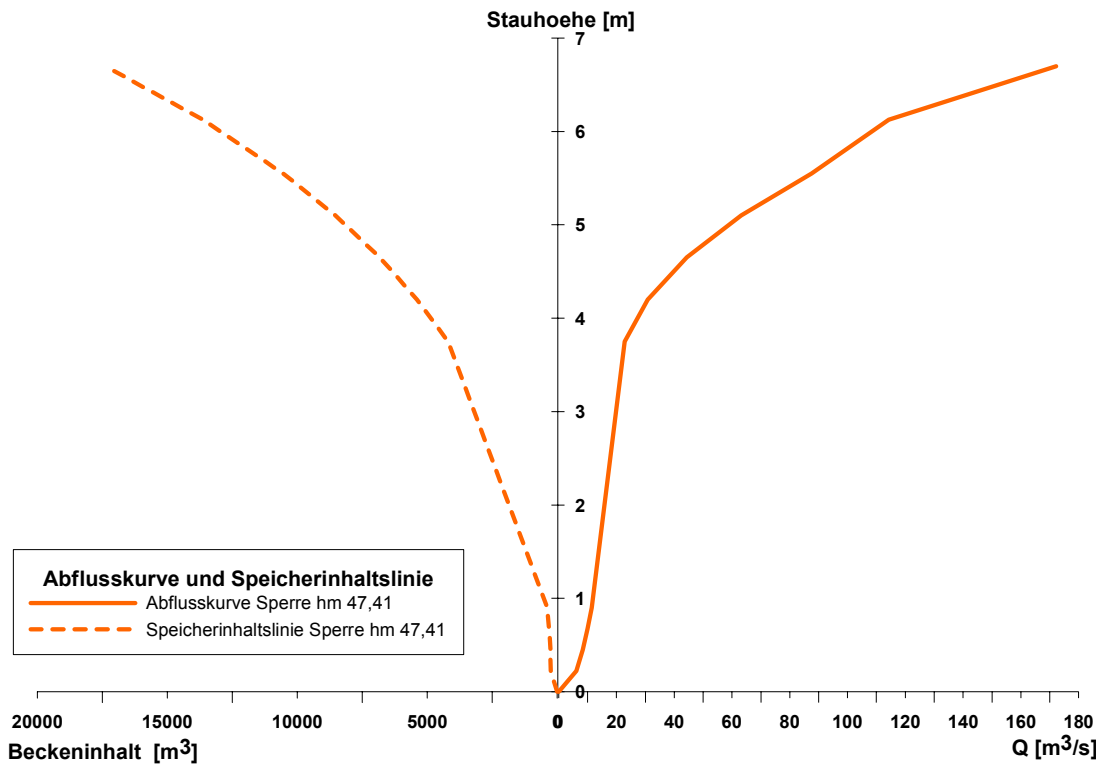


Abbildung 11: Darstellung der Abflusskurven und Speicherinhaltslinien der Sperre Fischbach hm 47,41

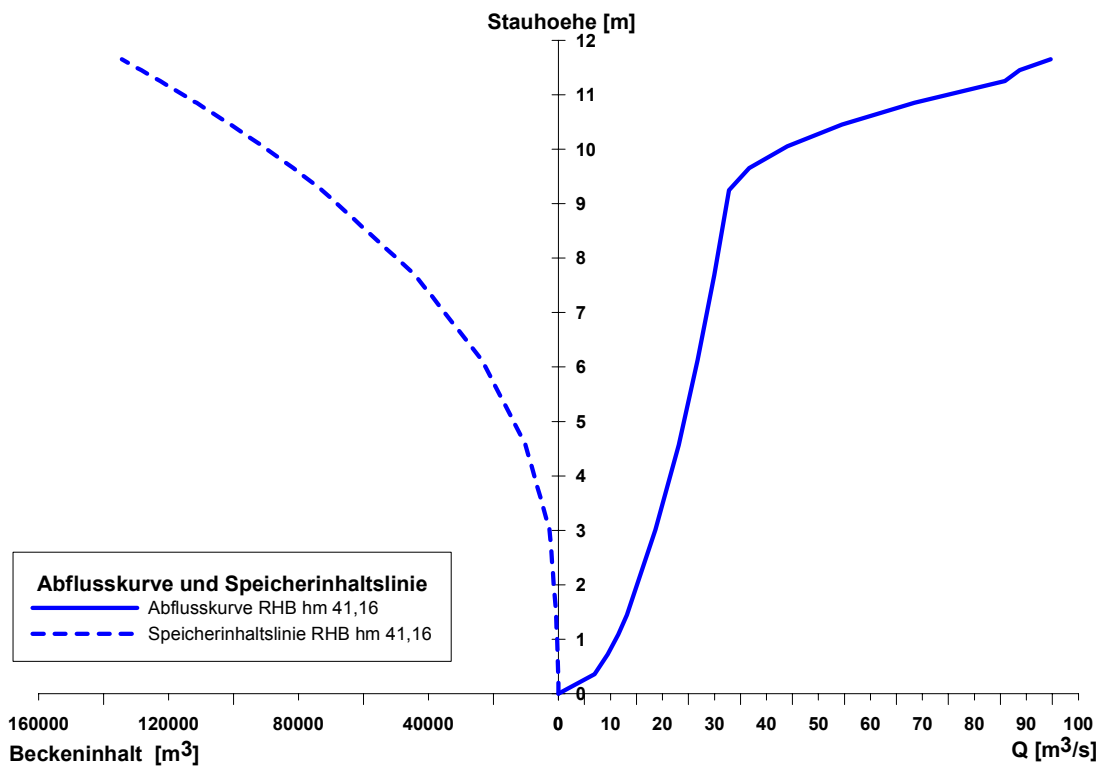


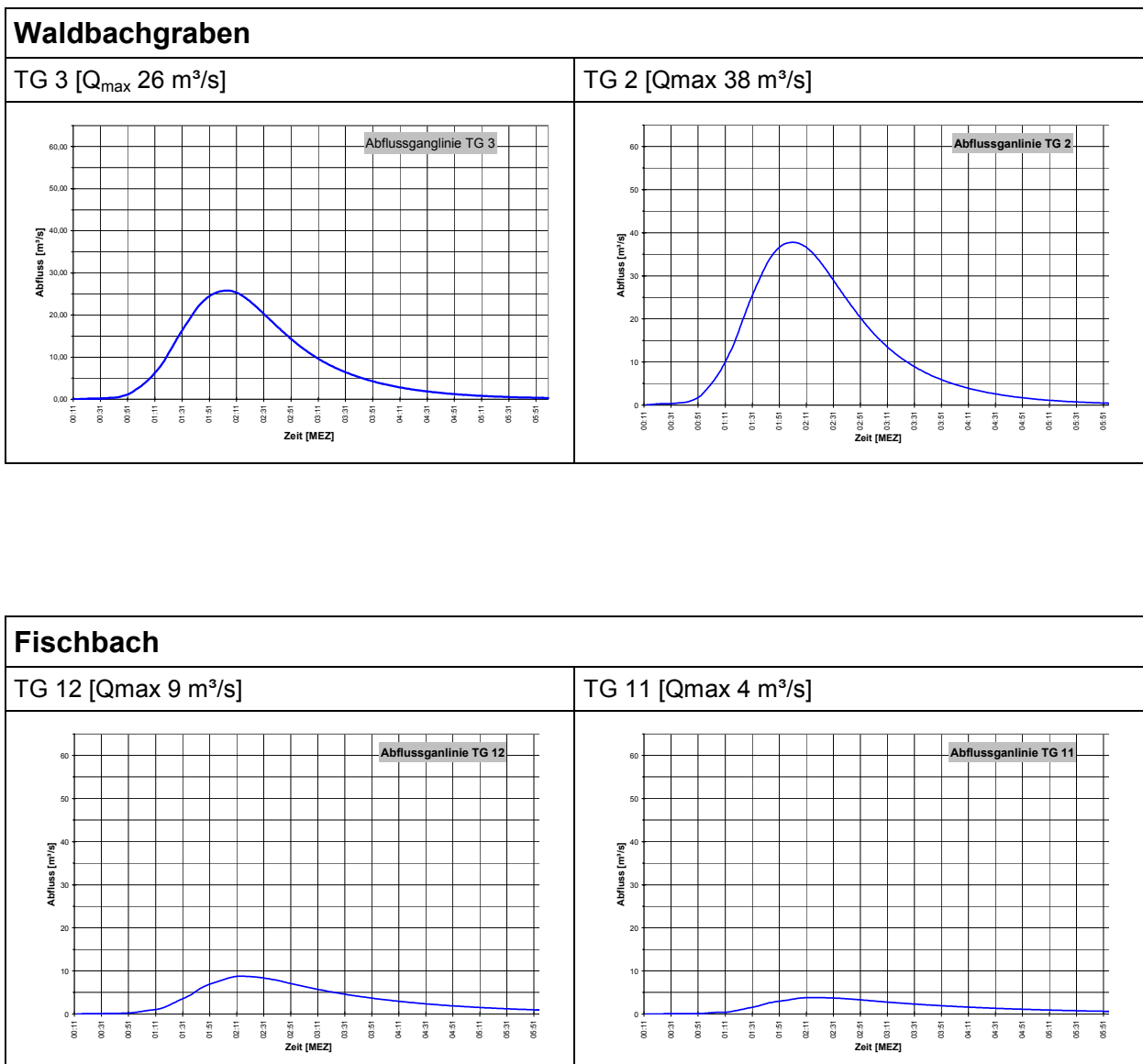
Abbildung 12 Darstellung der Abflusskurven und Speicherinhaltslinien des Rückhaltebeckens Fischbach hm 41,16 (ohne Abfluss über die Zufahrtsstrasse)

5 Hydrologische Simulation

NASIM liefert für jedes Systemelement verschiedene hydrologische Kenndaten. Für die weiterführenden Simulationen sind nur die Ganglinien der Teileinzugsgebiete von Interesse.

5.1 Abflüsse der Teileinzugsgebiete

Die Ganglinien und den maximalen Abfluss [m³/s] der einzelnen Systemelemente, die den definierten Teileinzugsgebieten (siehe Abbildung 2) entsprechen, zeigt Abbildung 13.



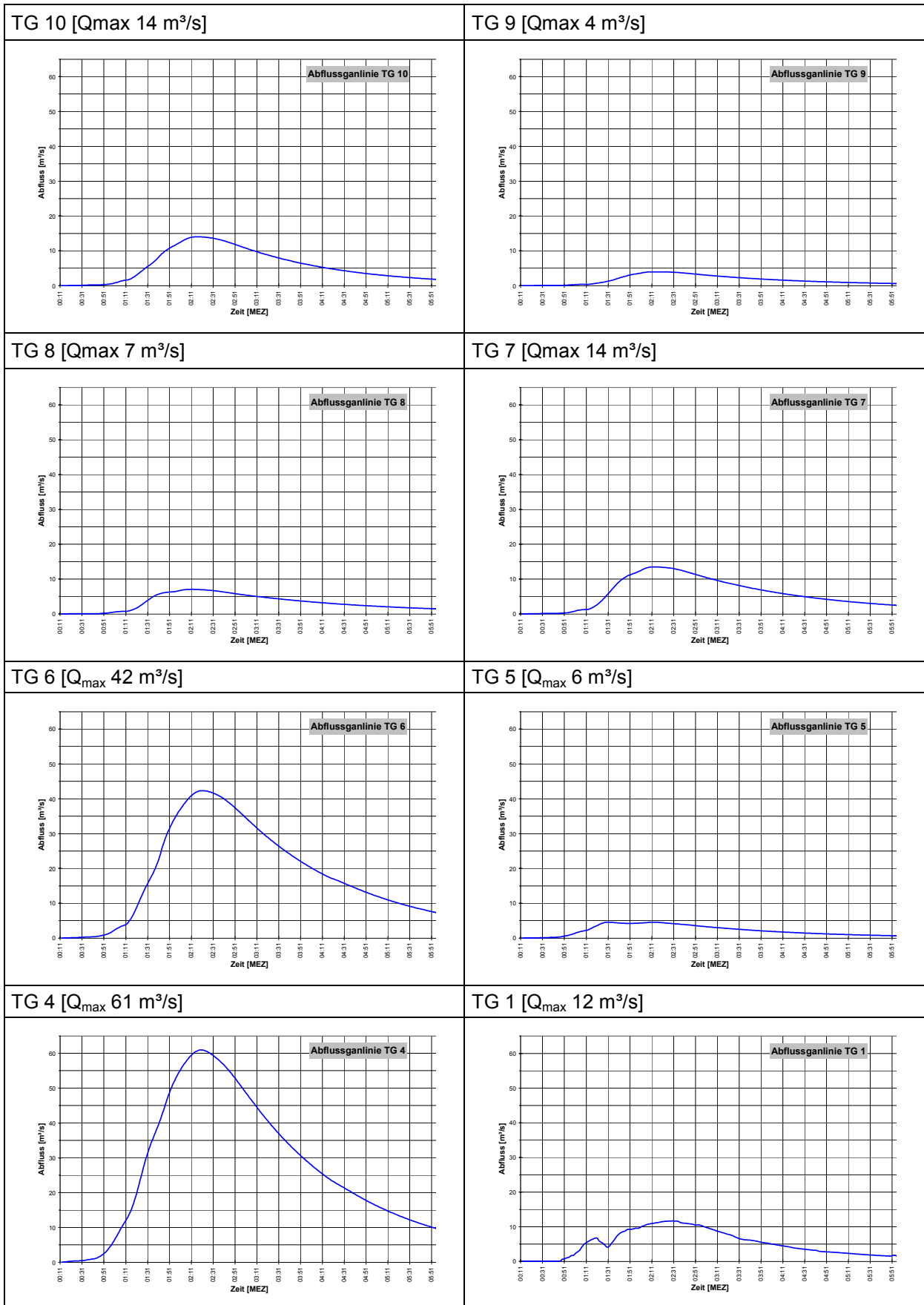


Abbildung 13: Darstellung der Ergebnisanlinien der einzelnen Systemelemente

5.2 Vergleich der simulierten mit den rückgerechneten Abflüssen

Die rückgerechneten Abflüsse an den Ausgängen der Teileinzugsgebiete (sh. Band 1) werden mit den Simulationsergebnissen verglichen, um die Ergebnisse der NA-Simulation auf ihre Plausibilität zu überprüfen.

Teileinzugsgebiet	Rückgerechnet [m³/s]	Simuliert [m³/s]	Differenz [m³/s]
2	38	38	0
3	27	26	-1
4	63	61	-2
5	4	6	+2
6	41	42	+1
7	10	14	+4
8	5	7	+2
9	4	4	0
10	12	14	+2
11	3	4	+1
12	9	9	0

Tabelle 4: Gegenüberstellung der simulierten Abflüsse je TG mit den rückgerechneten Abflüssen nach dem Ereignis am 17. Juli 02

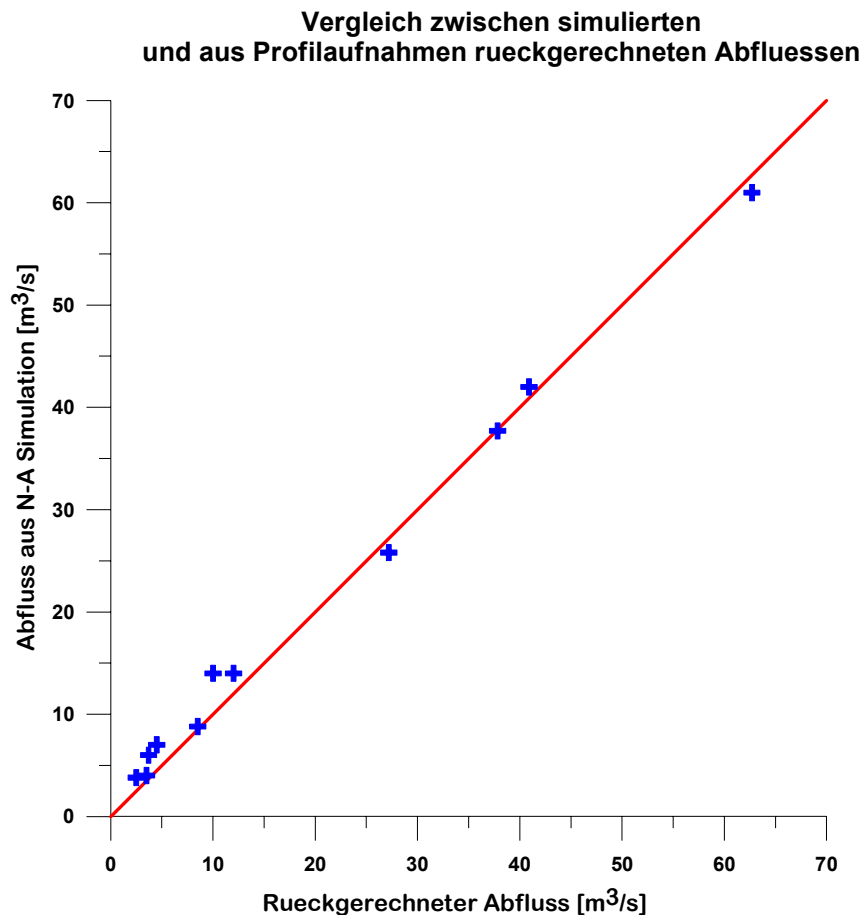


Abbildung 14: Vergleich der simulierten und rückgerechneten Abflüssen anhand der dokumentierten Profile je Teileinzugsgebiet

Die simulierten Abflussspitzen der Teileinzugebiete zeigen eine weitgehende Übereinstimmung mit den rückgerechneten Abflüssen (Tabelle 4 und Abbildung 14).

5.3 Vergleich der simulierten mit der rückgerechneten Abflussfracht

Die Abflussfracht des Ereignisses vom 17. Juli 2002 ist im Falle des Sperrenbruches ident mit der beim natürlichen Abfluss. Deshalb können die Abflussfrachten der NA-Simulation und der Rückrechnung aus Band 1 für den Standort RHB hm 41,16 miteinander verglichen werden.

Die Simulation ergibt eine Fracht von 1.017.460 m³, die der Rückrechnung eine von 945.000 m³. Da die Ergebnisse nicht weit voneinander abweichen, kann man davon ausgehen, dass der Abflussbeiwert für das Ereignis bei rund 0,7 lag.

5.4 Kennwerte Abflussfrachten

Teileinzugsgebiet	Fläche [m ²]	V _A [m ³]	Abflussbeiwert [-]
1	957.500	120.350	0,82
2	885.000	76.930	0,73
3	1.764.500	167.010	0,73
4	1.333.800	149.300	0,79
5	731.700	52.690	0,80
6	2.277.000	170.840	0,76
7	356.400	25.220	0,68
8	1.286.900	81.490	0,67
9	644.600	39.530	0,64
10	207.600	15.710	0,71
11	522.700	39.560	0,69
12	893.200	78.830	0,72
Gesamt	11.860.900	1.017.460	0,74

Tabelle 5: Kennwerte Abflussfrachten

5.5 Ganglinien für die hydraulische Simulation

Für die hydraulische Simulation im Band 3 werden die Abflussganglinien der TG 1, TG 2 und TG 4 verwendet. Die Spitze der Ganglinie vom Waldbachgraben (TG 2) wird um 02:00 MEZ mit einem Abfluss von 38 m³/s erreicht, während die Spitze am

Fischbach (TG 4) um 02:20 MEZ mit einem Abfluss von 61 m³/s eintritt. Die Zuflussganglinie für das Teileinzugsgebiet 1 weist 2 Spitzen mit 7 und 12 m³/s auf.

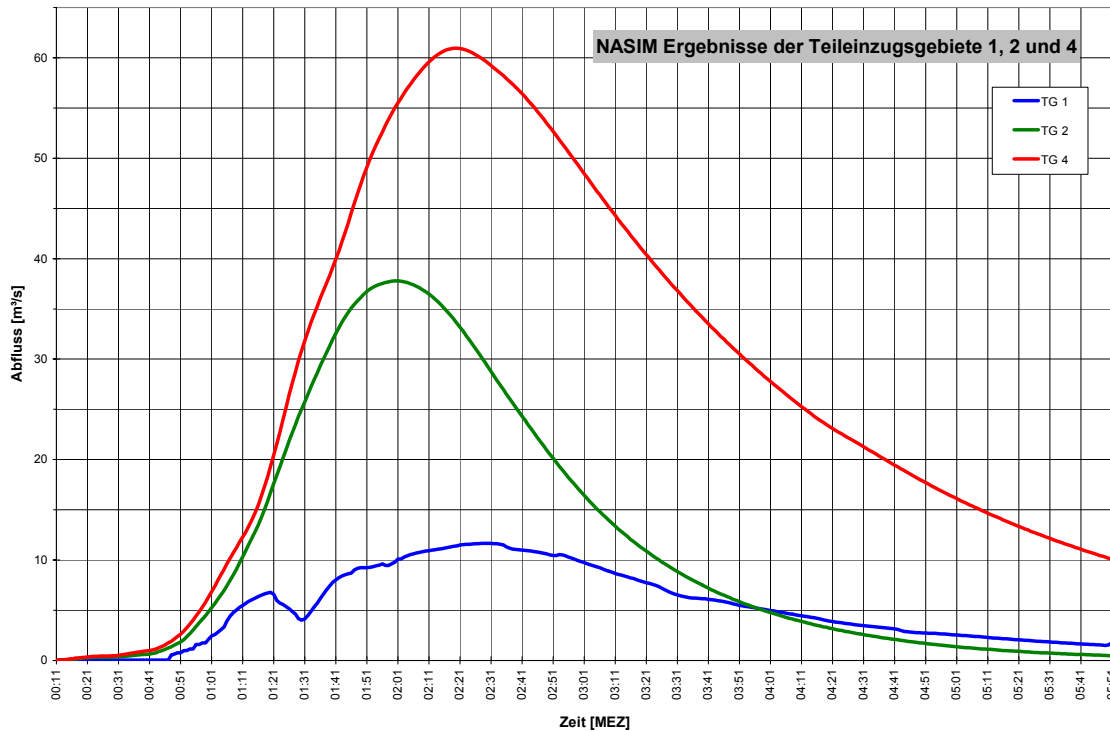


Abbildung 15: Abflussganglinien TG 1, 2 und 4 für den Zeitraum 0:11 bis 6:01 MEZ

6 Zusammenfassung

Die hydrologische Simulation mit NASIM ermöglicht die Darstellung der Abflussganglinien für vorab festgelegte Teileinzugsgebiete. Die Simulationsergebnisse decken sich weitestgehend mit den in Band 1 rückgerechneten Abflüssen. Der Fischbach erreicht bei hm 53,5 einen Spitzenabfluss von rund 61 m³/s, der Waldbachgraben bei der Mündung einen Spitzenabfluss von etwa 38 m³/s. Die Abflussfracht beträgt für das gesamte Ereignis rund 1.000.000 m³, dies entspricht einem mittleren Abflussbeiwert von ca. 70 Prozent.

Eine Zuordnung des Abflusses dieses Ereignisses zu einer Jährlichkeit ist nicht möglich, da keine Messreihen für das Einzugsgebiet vorliegen.

7 Literaturverzeichnis

- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1978): Österreichische Bodenkartierung, Kartierungsbereich Thalgau (Salzburg), Wien.
- DVWK e.V. [Hrsg.] (1982): Bodenkundliche Grunduntersuchung im Felde zur Ermittlung von Kennwerten meliorationsbedürftiger Standorte, Teil 2: Ermittlung von Standortkennwerten mit Hilfe der Grundansprache der Böden. Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 116.
- HÜBL, J., SCHNETZER, I., GEIWITSCH, R., HOLZINGER, G., BRAUNER, M. (1998): Hydrologische Studie Wartschenbach: Niederschlag-Abflußsimulation zur Dimensionierung der Rückhaltebecken am Zetttersfeld. WLS Report 19, im Auftrag der WLV Gbltg. Osttirol.
- HÜBL, J., GRUBER, H., SCHERZ, W., PICHLER, A. (2000a): Grundlage zum Risikomanagement bei Hochwasserereignissen im Talraum Haßbach: Hydrologie und Hydraulik. WLS Report 54 Band 2, im Auftrag der WLV Gbltg. Burgenland und südliches Niederösterreich.
- HÜBL, J., PICHLER, A., SCHERZ, W. (2000b): Schutzwasserbauliches Gesamtkonzept für die Unterläufe des Wartschenbaches, Dorfbaches und Zwieslingbaches. WLS Report 49 Endbericht, im Auftrag des BMLFUW VC7 und des Amtes der Tiroler Landesregierung/Wasserwirtschaft.
- HÜBL, J., GANAHL, E., GRUBER, H., HOLZINGER, G, MOSER, M., PICHLER, A. (2003): Dokumentation und Analyse des Hochwasserereignisses vom 17.Juli 02 am Fischbach, WLS Report 87/Band 1, Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht)
- HYDROTEC (1998): Dokumentation zu NASIM GIS-Zusatzmodul: Zeitflächenfunktion, Aachen
- HYDROTEC (2002): Dokumentation zu Niederschlag-Abfluss-Modell NASIM. Aachen
- PICHLER, A. (2000): Forschungsprojekt Glatzbach: Untersuchung zu Klima und Hydrologie in einem hochalpinen Einzugsgebiet in den Hohen Tauern (Osttirol, Österreich). Diplomarbeit am Institut f. Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen, Universität für Bodenkultur, Wien.
- PICHLER, A. (2002): Modellierung des N-A-Verhaltens in einem hochalpinen Einzugsgebiet: Möglichkeiten und Grenzen in der Anwendung des