

Robert STÖFFLER

**Die Eignung des Niederschlag-Abflussmoduls
ZEMOKOST zur Abschätzung von
Hochwasserwerten anhand von Beispielen
in der Steiermark**

Diplomarbeit

**zur Erlangung des akademischen Grades eines Magisters
an der Naturwissenschaftlichen Fakultät**

**Institut für Geographie und Raumforschung
der Karl-Franzens-Universität Graz**

Begutachter:

Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Karl Lieb

Graz, Oktober 2007

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, die vorliegende Arbeit, selbstständig, ohne fremde Hilfe
und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur verfasst zu haben.

Robert STÖFFLER

Zusammenfassung

In dieser Diplomarbeit wird in sechs steirischen Einzugsgebieten die Eignung des Niederschlag-Abflussmoduls ZEMOKOST überprüft. Die Untersuchungsgebiete variieren in ihrer Größe zwischen 11 und 63 km² und sind über das ganze Land Steiermark verteilt.

In allen Gebieten finden bereits über einen längeren Zeitraum Abflussmessungen statt. Diese langjährigen Beobachtungen dienen, neben anderen hydrologischen Parametern, der Plausibilitätskontrolle. Wenn mit dem Modul zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden, wäre ein nächster Schritt dessen Anwendung für unbeobachtete Einzugsgebiete. Die Arbeit soll außerdem den zeitlichen und finanziellen Aufwand der Bearbeitung der Einzugsgebiete beleuchten. Da eine Beschreibung aller Gebiete auch ständige Wiederholungen mit sich bringen würde, wird nur beim Einzugsgebiet des Augstbaches die durchgeführte Kartierungsarbeit im Gelände dargestellt.

Zu Beginn der Arbeit erfolgt ein kurzer Überblick der Einzugsgebiete. Weiters erfolgt eine kurze Darstellung der Datenaufbereitung im GIS, der zur Verfügung gestandenen Datensätze, der Modelleingangsgröße Niederschlag sowie der Probleme während der einzelnen Arbeitsschritte.

Im Anschluss wird die Arbeit von ZELLER (1981) vorgestellt, welche die Basis des Niederschlag-Abflussmodells ZEMOKOST bildet.

Da bei einem Abflussbeiwertverfahren die Geländearbeit von elementarer Bedeutung ist, wird diese, wie bereits erwähnt, am Beispiel des Augstbaches im nächsten Kapitel erläutert.

Nach einer kurzen Beschreibung des Niederschlag-Abflussmodells und der zu tätigen Plausibilisierung erfolgt die Darstellung der ermittelten Ergebnisse aller sechs Einzugsgebiete.

Im Schlussabschnitt erfolgt eine kurze Zusammenfassung der Arbeit, wesentliche Erkenntnisse werden noch einmal besprochen und mögliche zukünftige Forschungsaktivitäten diskutiert.

Abstract

The applicability of the precipitation-runoff model ZEMOKOST for the estimation of flood water values on the basis of examples in Styria

In this diploma thesis the applicability of the precipitation-runoff-model ZEMOKOST will be verified in six Styrian catchment areas. The investigation areas vary in their size between 11 and 63 km² and are located all over the country of Styria.

In all areas discharge recordings already take place over a longer period. These long-time observations are, in addition to other hydrological parameters, important for the plausibility check. If the results are satisfactory, a next step would be the application of the model in unobserved catchment areas. Furthermore the work shall reveal the chronological and financial efforts during the processing time.

In order to avoid repetitions, only the surveying and mapping of the Augstbach will be depicted.

At the beginning of the work a short overview of the six investigation areas is given. The next chapter deals with the data preparation in GIS, which data sets have been available, the model input parameter precipitation and which problems occurred during this period of time.

Then the work of ZELLER (1981), which is the basis of ZEMOKOST, will be shortly described followed by an explanation, as already mentioned above, of the mapping work at the area of the Augstbach.

After a short introduction to the precipitation-runoff model its working sheets and the essential plausibility check the calculated results of all six catchment areas will be presented.

In the final chapter there will be a short summarisation of the work, an overview of the most important realisations will be given followed by future prospects of research activities

Vorwort

Mit dem Bevölkerungswachstum und der damit verbundenen Zunahme besiedelter Flächen wurden und werden Räume genützt, die bezüglich einer Hochwassergefahr vermehrt ungünstig liegen. Nur durch die genaue Kenntnis der Hochwasserabflüsse in kleinen und großen Einzugsgebieten kann ein optimaler Schutz von Mensch, Tier und Infrastruktur erreicht werden. Die Forschungsaktivitäten der Hydrologie betreffen sowohl den Hochwasserspitzenabfluss als auch dessen Wahrscheinlichkeit. Für den Bereich der Siedlungswasserwirtschaft ist das Wissen der Abflussganglinie und des dazugehörigen Abflussvolumens Grundlage für weitere Planungsaufgaben.

Große Flüsse verfügen, im Gegensatz zu kleinen Einzugsgebieten, meistens über eine Vielzahl von Messstationen mit langjährigen Messreihen. Durch die zeitlich hohe Auflösung von Pegeldata können verschiedene extremwertstatistische Verfahren NACHTNEBEL (2003) zur Hochwasserabschätzung angewendet werden.

In kleinen Einzugsgebieten ist diese jedoch aufgrund fehlender oder lückenhafter Messreihen schwierig.

Auf Basis unterschiedlicher hydrometeorologischer Daten, Topographie, Geologie und Böden wurde eine Vielzahl von Modellen zur Berechnung von Abflusswerten entwickelt.

Die vorliegende Arbeit stellt ein, vom Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft entwickeltes, neues Modul zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen in Wildbacheinzugsgebieten vor.

Durch meinen Ausbildungsschwerpunkt der Hydrologie und Hydrogeographie am Institut für Geographie und Raumforschung und zusätzliche Lehrveranstaltungen an der TU Graz reifte in mir die Überlegung, mein Wissen im Rahmen einer Diplomarbeit in Bereichen der Hydrologie und hydrologischen Modellierung zu vertiefen. Dieses Vorhaben ermöglichte schließlich Herr Dipl.-Ing.Dr. Robert SCHATZL vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, FA 19A, Referat 1, Hydrographischer Dienst.

Danksagung

Nach dem Abschluss meiner Diplomarbeit ist es mir ein großes Anliegen alle jenen Menschen zu danken, die mich während dieser Zeit unterstützten.

Ein herzliches Dankeschön gebührt Herrn Dipl.-Ing.Dr. Robert SCHATZL vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, FA 19A, Referat 1, Hydrographischer Dienst, der mir diese Diplomarbeit ermöglichte und mir seine Räumlichkeiten zur Bearbeitung meines Themas zur Verfügung stellte, für seine Geduld sowie die finanzielle Förderung dieser Arbeit.

Ohne die Unterstützung von Mag. Bernhard KOHL vom Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung in Innsbruck wäre ein Gelingen dieser Arbeit nicht möglich gewesen. Ich danke ihm aufrichtig für die Bereitstellung verschiedener Versionen von ZEMOKOST, für seine Geduld und Ausdauer bei der Beantwortung aller Fragen und für seine Anregungen und Lösungsvorschläge während dieser Diplomarbeit.

Zu großem Dank verpflichtet bin ich Herrn O. Univ Prof. Dr. Martin SEGER vom Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Klagenfurt für die Bereitstellung des Datensatzes Landinformationssystem Österreich für drei meiner Untersuchungsgebiete.

Mein Dank gebührt auch Herrn Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Karl Lieb für die Durchsicht dieser Arbeit.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, meinen Freunden und Studienkollegen zu danken, mit denen ich meine Studienzeit in Graz verbringen durfte.

Mein größter Dank gilt meiner Familie für die Ermöglichung meiner Ausbildung und für ihre Unterstützung und ihr Verständnis während dieser Zeit. Daher ist diese Diplomarbeit meiner Familie gewidmet.

Robert STÖFFLER

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielsetzung.....	12
2 Die Untersuchungsgebiete.....	13
2.1 Geographische Lage.....	13
2.2 Die Morphologie.....	14
2.3 Physiogeographische Eigenschaften.....	16
2.3.1 Klima und Niederschlag.....	16
2.3.2 Geologie und Hydrogeologie.....	20
2.3.3 Der Einfluss geomorphologischer Verhältnisse.....	21
2.3.4 Einfluss der Vegetation und des Boden.....	23
3 Die Datengrundlagen.....	24
3.1 Aufbereitung der Daten.....	24
3.2 Die Datensätze.....	28
4 Die Modellierung.....	30
4.1 Der mathematische Hintergrund.....	30
4.2 Modelleingangsgröße Niederschlag.....	38
4.3 Das Niederschlag-Abflussmodul ZEMOKOST.....	41
5 Die Kartierungsarbeit.....	50
5.1 Die Kartierungsarbeit am Beispiel des Augstbaches.....	53
6 Die Ergebnisse	78
7 Schlussfolgerungen.....	82
8 Quellenverzeichnis.....	84
9 Anhang	86
Anhang 9.1: Die Einzugsgebiete.....	86
Anhang 9.2: Wasserverlustkoeffizient C.....	136
Anhang 9.3: Wasserabflusskoeffizient c.....	137
Anhang 9.4: Energieverlustkoeffizient.....	138

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Lage der sechs Einzugsgebiete, Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, FA 19A, Referat 1, Hydrographischer Dienst.....	13
Abbildung 2: Standpunkt zwischen unterer und oberer Gfölleralp mit Blickrichtung SSE, 17.Mai 2007, Foto Stöffler.....	14
Abbildung 3: Standpunkt unterhalb des Rehkogels mit Blickrichtung NNE zur Blaa-Alm, 16.Mai 2007, Foto Stöffler.....	14
Abbildung 4: Standpunkt Hinterer Pölsenbach mit Blickrichtung ENE, steile Südhänge am Taleingang 15. Mai 2007, Foto Stöffler.....	15
Abbildung 5: Standpunkt Schönau mit Blickrichtung NE, 29. April 2007, Foto Stöffler.....	15
Abbildung 6: Standpunkt Spielweise mit Blickrichtung E, Niederalp mit Alplstein im Vordergrund, 30. April 2007, Foto Stöffler.....	16
Abbildung 7: Standpunkt Oberprätis mit Blickrichtung S, 14. Mai 2007, Foto Stöffler.....	16
Abbildung 8: Geologische Übersichtskarte der Steiermark, Quelle: www.schulatlas.at.....	20
Abbildung 9: Unterschiede der Abflussganglinien aufgrund der Einzugsgebietsform Quelle: DYCK & PESCHKE 1995.....	22
Abbildung 10: Einfluss des Flächenschwerpunktes auf die Abflussganglinien Quelle: DYCK & PESCHKE 1995.....	22
Abbildung 11: Zusammenfassung von drei Teileinzugsgebieten, Quelle: Stöffler.....	25
Abbildung 12: Vereinfachung der Gerinneknotten, Quelle: Stöffler.....	25
Abbildung 13: Klassische Flussordnungskonzept, Quelle: DYCK & PESCHKE 1995.....	26
Abbildung 14: Flussordnungskonzept nach Strahler, Quelle: DYCK & PESCHKE 1995.....	26
Abbildung 15: Flussordnungskonzept für ZEMOKOST.....	26
Abbildung 16: Durchschnittlicher gerinneloser Oberflächenabfluss, Quelle: Stöffler.....	28
Abbildung 17: Datensatz Corine Land Cover (Level 3) Quelle: Umweltbundesamt.....	29
Abbildung 18: Datensatz Landinformationssystem Österreich, Quelle: Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt.....	29
Abbildung 19: Chronologischer Ablauf des Laufzeitverfahrens, Quelle: ZELLER 1981.....	32
Abbildung 20: Vereinfachte Nachbildung der Oberflächenabflussganglinie durch ein gleichschenkliges Trapez, Quelle: ZELLER 1981.....	34
Abbildung 21: Vereinfachte Annahme eines Flussquerschnitts durch ein Trapezprofil Quelle: ZELLER 1981.....	35
Abbildung 22: Ermittlung der Fließgeschwindigkeit aus der Wassermenge, Quelle: ZELLER	

1981.....	36
Abbildung 23: Beispiel einer Verteilungsfunktion mit der Regressionsgeraden	
Quelle: Übungsskriptum, Hydrologie und Wasserwirtschaft, TU Graz.....	39
Abbildung 24: ZEMOKOST Arbeitsblatt Niederschlag, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	42
Abbildung 25: ZEMOKOST Arbeitsblatt Topo G, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	43
Abbildung 26: ZEMOKOST Arbeitsblatt Topo OA, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	44
Abbildung 27: ZEMOKOST Arbeitsblatt Fläche AK, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	45
Abbildung 28: ZEMOKOST Arbeitsblatt Fläche c, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	46
Abbildung 29: ZEMOKOST Arbeitsblatt einzel NS, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	47
Abbildung 30: ZEMOKOST Arbeitsblatt Bemessung, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	48
Abbildung 31: ZEMOKOST Arbeitsblatt Frachten, Quelle: KOHL & STEPANEK	49
Abbildung 32: ZEMOKOST Arbeitsblatt TEZG_GL, Quelle: KOHL & STEPANEK.....	49
Abbildung 33: Rauigkeitsklassen nach unterschiedlichen Oberflächen – und	
Vegetationstypen, Quelle: MARKART et al. 2004.....	52
Abbildung 34: Einzugsgebiet des Augstbaches, Quelle: AMAP.....	54
Abbildung 35: Standpunkt 1, Grünland bei Scheiben, 16. Mai 2007. Foto Stöffler, BR SW..	55
Abbildung 36: Standpunkt 2, Zeigerpflanze <i>kriechender Hahnenfuss (Ranunculus repens)</i> ,	
16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W.....	56
Abbildung 37: Standpunkt 3, Mischwald mit Laubstreuauflage, 16. Mai 2007, Foto Stöffler,	
BR S.....	56
Abbildung 38: Standpunkt 4, Presslwiese, 16. Mai 2007, Foto Stöffler BR NNE.....	57
Abbildung 39: Standpunkt 5, Mischwald mit Laubstreuauflage, 16. Mai 2007, Foto Stöffler	
BR S.....	57
Abbildung 40: Standpunkt 6: Blick auf Häusergruppe Ramsau, 16. Mai 2007, Foto Stöffler,	
BR E.....	58
Abbildung 41: Standpunkt 7, frisch angelegte Piste, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W.....	59
Abbildung 42: Standpunkt 8, Oberflächenabfluss nach Regen, 16. Mai 2007, Foto Stöffler,	
BR W.....	60
Abbildung 43: Standpunkt 9, ältere Piste, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W.....	60
Abbildung 44: Standpunkt 10, Nadelwald mit Krautschicht, 16. Mai 2007, Foto Stöffler,	
BR W.....	61
Abbildung 45: Standpunkt 11, Fichtenmonokultur, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E.....	62
Abbildung 46: Standpunkt 12, felsdurchsetzter Nadelwald, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR	
WNW.....	62

Abbildung 47: Standpunkt 13, Sandlingalm, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W.....	63
Abbildung 48: Standpunkt 14, Zeigerpflanze <i>Trollblume</i> (<i>Trollius europaeus</i>), 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W.....	63
Abbildung 49: Standpunkt 15, verschiedene Vegetationseinheiten am Nordhang des Sandlings 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR S.....	64
Abbildung 50: Standpunkt 16, Blick auf Loser, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E.....	65
Abbildung 51: Standpunkt 17, Mischwald mit Viehtritten, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E.....	65
Abbildung 52: Standpunkt 18, Ostflanke des Sandlings, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W	66
Abbildung 53: Standpunkt 19, Mischwald, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E.....	67
Abbildung 54: Standpunkt 20, Rasenfläche mit Felsformation mit Loser im Hintergrund 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR NNE.....	67
Abbildung 55: Standpunkt 21, Häusergruppe von Moos, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR NNW.....	68
Abbildung 56: Standpunkt 22, Talboden des Einzugsgebietes mit Pötschenstein im Hintergrund, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR NW.....	69
Abbildung 57: Standpunkt 23, Blaa-Alm Alm mit Niedermoor, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR WSW.....	69
Abbildung 58: Standpunkt 24, Fichtenwaldmonokultur, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W	70
Abbildung 59: Standpunkt 25, Westflanke des Loser, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E.....	70
Abbildung 60: Standpunkt 26, Überblick über die westliche Grenze des Einzugsgebietes, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W.....	71
Abbildung 61: Vegetationskarte vom Einzugsgebiet des Augstbaches.....	73
Abbildung 62: Abflussbeiwertkarte vom Einzugsgebiet des Augstbaches.....	74
Abbildung 63: Hierarchische Gliederung der Teileinzugsgebiete des Augstbaches.....	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gerinne- und Oberflächenparameter der Teileinzugsgebiete des Augstbaches.....	27
Tabelle 2: Mit dem HAÖ ermittelte Niederschlagshöhen.....	41
Tabelle 3: Abflussbeiwertklassen, Quelle: MARKART et al. 2004.....	51
Tabelle 4: Vegetationseinheiten für das Einzugsgebiet des Augstbaches.....	72

Tabelle 5: Teileinzugsgebiete mit Vegetationseinheiten.....	76
Tabelle 6: Flächenanteile der Teileinzugsgebiete an Abflussbeiwert und Rauigkeit.....	77
Tabelle 7: Unterschied zwischen Pegeldata und modellierten Abflussvolumina.....	79
Tabelle 8: Ergebnisse der Modellierung in den einzelnen Untersuchungsgebieten.....	81

1 Einleitung und Zielsetzung

Der Hydrografische Dienst des Landes Steiermark hat pro Jahr 400 bis 500 hydrologische Gutachten zu erstellen. In Einzugsgebieten mit Pegelmessungen erfolgt dies durch verschiedene extremwertstatistische Verfahren. Sehr viel komplexer als in beobachteten Einzugsgebieten ist die Ermittlung von Hochwasserdaten in unbeobachteten Einzugsgebieten. In Österreich kommen hauptsächlich theoretische Hochwasserformeln der Form $HQ=f(A_E)$ zum Einsatz.

In der Steiermark, in Vorarlberg und Salzburg wird zur Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten die Formel von WUNDT (1949), zitiert nach HAGEN & GANAHL (2005), herangezogen. Diese lautet:

$$HQ_{100} = 13,8 * Ae^{0,6} \text{ mit der Einzugsgebietsgröße } Ae \text{ in km}^2.$$

Dank der Fortschritte der elektronischen Datenverarbeitung ist man nicht mehr gezwungen, sich auf eine einzige Methode zu beschränken. Verschiedene Berechnungsverfahren ermöglichen heute eine breitere und damit plausiblere Hochwasserabschätzung.

Hydrologische Niederschlag-Abfluss-Modelle beschreiben die kausalen Zusammenhänge zwischen Niederschlag und Abfluss und dienen zur Ermittlung der Abflüsse aus einem Einzugsgebiet. Das Ziel der Modellanwendung ist, aus vorgegebenen Niederschlagsereignissen die resultierenden Hochwasserganglinien zu berechnen.

Ziel dieser Diplomarbeit ist die Untersuchung der Eignung des Niederschlag-Abflussmoduls ZEMOKOST zur Abschätzung von Hochwasserwerten in unbeobachteten Einzugsgebieten. Zu diesem Zweck wurden sechs Einzugsgebiete mit Pegelmessungen ausgewählt, um die mit dem Modell ermittelten Werte den tatsächlich beobachteten gegenüberzustellen und um daraus Rückschlüsse auf die Verwendbarkeit und den zu tätigen Aufwand für unbeobachtete Einzugsgebiete zu erhalten.

Die sechs Untersuchungsgebiete wurden ausgewählt, weil nur wenige Einzugsgebiete dieser Größenordnung über Pegelmessungen mit einer längeren Beobachtungsdauer verfügen und die Gebiete sehr unterschiedliche Teilräume abdecken.

Die Größe und Lage der Einzugsgebiete werden im Folgenden beschrieben.

2 Die Untersuchungsgebiete

2.1 Geographische Lage

Die Untersuchungsgebiete sind mit einer Gesamtsumme von 178,88 km², in Abbildung 1 illustriert, von Westen nach Osten:

- **Untertalbach** (Gemeinde Rohrmoos-Untertal; 62,86 km²)
- **Augstbach** (Gemeinde Altaussee; 10,9 km²)
- **Pusterwaldbach** (Gemeinde Pusterwald; 25,07 km²)
- **Gößbach** (Gemeinde Gai; 33,92 km²)
- **Dobreinbach** (Gemeinde Mürzsteg; 26,54 km²)
- **Pöllauprätsbach** (Gemeinde Sonnhofen/Pöllauberg; 19,60 km²).

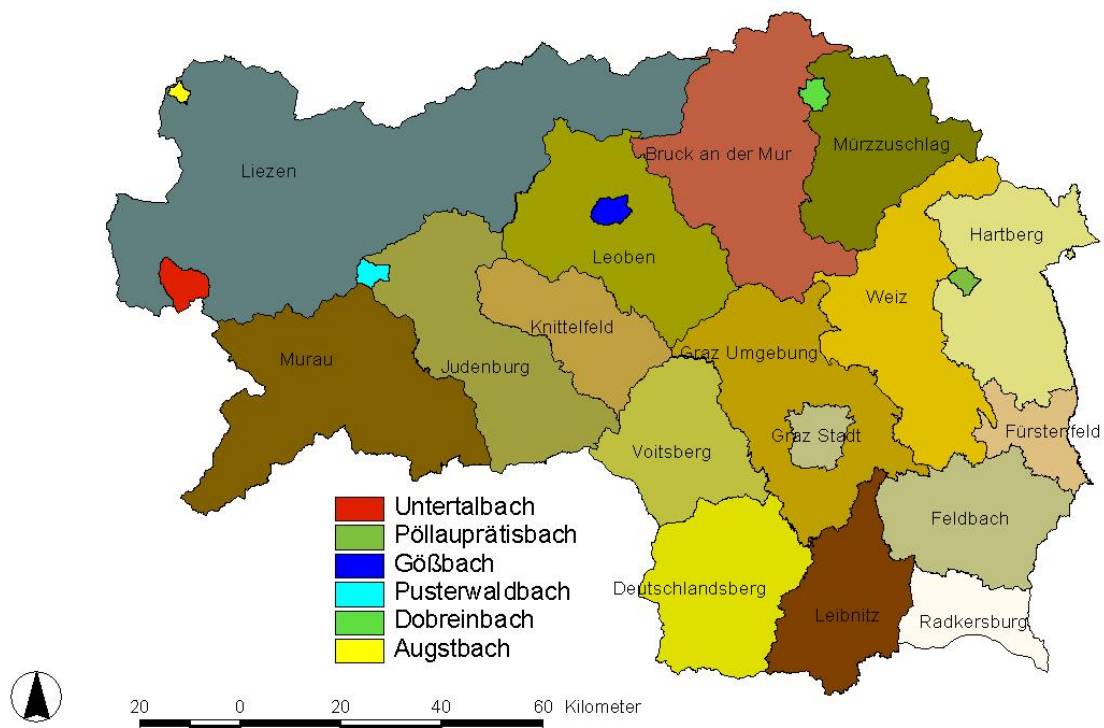


Abbildung 1: Die Lage der sechs Einzugsgebiete, Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
FA 19A, Referat 1, Hydrographischer Dienst

2.2 Die Morphologie

Eine kurze morphologische Charakterisierung der Untersuchungsgebiete erfolgt nach LIEB 1985. Das Einzugsgebiet des **Untertalbaches** liegt zur Gänze in den Schladminger Tauern, deren Aufbau vor allem durch Gneise geprägt ist. Die vorkommenden Trogtäler, Kare und Grate verleihen dem Gebiet einen hochalpinen Charakter. Zur Geltung kommen durch die Wirkung der Gletscher zahlreiche Seen, die in den übertieften Tälern ebenso wie in den Felswannen der Kare anzutreffen sind. Der Trogtalcharakter des Untersuchungsgebietes mit seinen steil aufragenden Flanken ist Zeuge der Wirkung kaltzeitlicher Gletscherdynamik (Abbildung 2). Das Einzugsgebiet verläuft, bei Untertal beginnend, in südöstlicher Richtung und wird im Süden durch die markanten Gipfel der Schladminger Tauern begrenzt.



Abbildung 2: EZG Untertalbach, Standpunkt zwischen unterer und oberer Gfölleralp mit Blickrichtung SSE, 17. Mai 2007, Foto Stöffler



Abbildung 3: EZG Augstbach, Standpunkt unterhalb des Rehkogels mit Blickrichtung NNE zur Blaa-Alm, 16. Mai 2007

Der **Augstbach**, der in die Altausseer Traun mündet, stellt eines der Hauptfließgewässer des Ausseer Beckens dar. Die reizvolle Landschaft mit mehreren Seen ist von Abtragungs- und Aufschüttungsformen der pleistozänen Kaltzeiten geprägt. Der südlich des Untersuchungsgebietes gelegene Altausseer See ist ein von Moränen umgebenes, ehemaliges Zungenbecken. Das Untersuchungsgebiet wird im Westen vom Sandling, im Norden von der Blaa-Alm (Abbildung 3) und im Osten vom Loser begrenzt.

Der **Pusterwaldbach** befindet sich in einem Seitental des Pölstales, welches die geologische Grenze zwischen den Gneisen der Seckauer Tauern im Osten und den Glimmerschiefern der

Wölzer Tauern im Westen bildet. Das Einzugsgebiet weist eine steile, ungliederte linke und eine sanftere, deutlich gegliederte rechte Seite auf. Durch dieses unregelmäßige Querprofil des Tales war die Entwicklung einer siedlungsmäßigen Asymmetrie zwischen Sonn- und Schattseite nicht möglich (Abbildung 4).



Abbildung 4: EZG Pusterwaldbach, Standpunkt Hinterer Pölsenbach mit Blickrichtung ENE, steile Südhängen am Taleingang, 15. Mai 2007, Foto Stöffler



Abbildung 5: EZG Gößbach, Standpunkt Schönau mit Blickrichtung NE, 29. April 2007, Foto Stöffler

Das Einzugsgebiet des **Gößbaches** liegt nordwestlich des Trofaiacher Beckens und befindet sich in den Eisenerzer Alpen. Charakteristisch sind lange, felsige Grate und hohe, steile Flanken, die meistens felsdurchsetzt sind. Zusätzlich sind im Gebiet auch, über mehrere hundert Höhenmeter ausgebildete, grasbewachsene Glatthänge anzutreffen. Die am Gößbeck anzutreffenden hohen Wände, die eigentlich typisch für die Nördlichen Kalkalpen sind, stellen hier nur eine Ausnahme dar. Aufgrund des Überganges von Kalk zu Schiefer in Richtung Westen des Untersuchungsgebietes erfolgt ein Landschaftswandel von Hochgebirgs- zu Mittelgebirgscharakter (Abbildung 5).

Der **Dobreinbach** (Abbildung 6), der bei Mürzsteg in die Mürz mündet, folgt in seinem Verlauf von Westen nach Osten einer tektonischen Linie, die sich weiter ostwärts fortsetzt. Der in diesem Gebiet anzutreffende, leicht abtragbare Werfener Schiefer hat ein zügiges Voranschreiten der Erosion ermöglicht. Im Süden des Einzugsgebietes befindet sich das mesozoische Kalkmassiv der Veitschalpe mit seinem ausgedehnten Kalkplateau. Während den Kaltzeiten formten die vorstoßenden Gletscher die umliegenden Täler. Ein Beispiel dafür ist der Veitschalpengraben bei Niederalpl.



Abbildung 6: EZG Dobereinbach, Standpunkt Spielwiese mit Blickrichtung E, Niederalpl mit Alplstein im Vordergrund, 30. April 2007, Foto Stöffler



Abbildung 7: EZG Pöllauprätisbach, Standpunkt Oberprätis mit Blickrichtung S, 14. Mai 2007, Foto Stöffler

Das Einzugsgebiet des **Pöllauprätisbaches** im Joglland wird durch seine sanften Formen charakterisiert, die sich einerseits aus der guten Erhaltung der alten Landoberflächen, andererseits aus den wenig widerstandsfähigen Gesteinen des Wechselkristallins erklären lassen. Das auf die Muldenmitte von Pöllau ausgerichtete Entwässerungsnetz durchfließt ein Gebiet, das durch seine bergbäuerliche Kulturlandschaft, dem Wechsel von Wiesen, kleinen Ackerflächen und Wäldern sowie kleinen Sammelsiedlungen geprägt wird (Abbildung 7).

2.3 Physiogeographische Eigenschaften

2.3.1 Klima und Niederschlag

Die Beschreibung des Klimas erfolgt nach WAKONIGG (1978, S. 377-396). Die Daten der wichtigsten Klimaelemente (Mittelwerte der Periode 1971-2000) sind unter anderem dem digitalen Atlas des Landes Steiermark entnommen worden (www.gis.steiermark.at).

Der flüssige Niederschlag steuert durch seine Höhe, die jahreszeitliche Verteilung und Form den Abfluss am stärksten. Erst ab einer gewissen Niederschlagshöhe, wenn der Wassergehalt der ungesättigten Zone über der Feldkapazität des Bodens liegt, wird dieser abflusswirksam.

Konvektive Niederschläge in den Sommermonaten sind meistens mit großen Intensitäten verbunden. Übersteigt diese die Infiltrationsrate des Bodens, die von dessen Feuchtigkeit zu Beginn des Niederschlagsereignisses abhängt, entsteht Oberflächenabfluss. Die klimatischen Verhältnisse steuern die zeitliche und flächenhafte Verteilung eines Niederschlages. Dabei werden nur ganz kleine Einzugsgebiete (<10 km²) gleichzeitig und gleichmäßig überregnet. In den meisten Fällen ziehen die Schauerwolken über das betreffende Gebiet hinweg.

Für den festen Niederschlag gelten hingegen andere Gesetzmäßigkeiten

Der Aufbau einer Schneedecke in einem Einzugsgebiet ist hinsichtlich der Abflusswirkung, einer niederschlagsfreien Periode gleichzustellen. Dagegen erfolgt zu Beginn der Schneeschmelze, zusätzlich zum Niederschlag, eine Wasserabgabe an den Vorfluter. Charakteristisch für Gebiete mit einer langen Schneedeckendauer sind große Abflussmengen in den Frühjahrsmonaten. Dabei kann der Abfluss katastrophale Ausmaße erreichen, wenn der Boden gefroren ist und stärkere Niederschläge in Verbindung mit einem Warmlufteinbruch das Wettergeschehen bestimmen (DYCK & PESCHKE 1995).

Das Einzugsgebiet des **Untertalbaches** kann dem Klimatyp der oberen Berglandstufe auf der Nordseite der Niederen Tauern und der alpinen Stufe der Zentralalpen oberhalb der Waldgrenze zugeordnet werden. Das Gebiet umfasst somit den Bereich zwischen der oberen Siedlungsgrenze in ungefähr 1200 m bis weit über die Waldgrenze (Hochgolling mit 2863 m). Aufgrund dieses großen Höhenunterschiedes sind auch die einzelnen Klimatelemente dementsprechend gestreut. In den Tallagen des Einzugsgebietes schwanken die mittleren Jännertemperaturen zwischen -4 und -7°, die mittleren Julitemperaturen zwischen 14 und 16°. Daraus resultiert eine Jahresschwankung von 18 bis 23°. An rund 140 Tagen mit Niederschlag fallen 1200 bis 1700 mm, wobei vor allem in den Sommermonaten häufig mit längeren Regenperioden zu rechnen ist. Die Dauer der Tage mit Schneebedeckung variiert zwischen 150 und 220. Im Gebiet weisen im Schnitt 3,4 Tage pro Jahr eine Niederschlagsmenge von mehr als 30 mm auf und der 24 Stunden-Maximalniederschlag schwankt zwischen 45 und 50 mm. Im Einzugsgebiet des Untertalbaches sind touristische Aktivitäten, durch attraktive Wander- und Themenwege, auf das Sommerhalbjahr beschränkt.

Die alpine Stufe des Gebietes kann als äußerst winterstreng, sommerkalt, niederschlags- und schneereich bezeichnet werden. Dies veranschaulichen die mittleren Jännertemperaturen zwischen -6 und -12° sowie die mittleren Julitemperaturen, die zwischen 3 und 10°

schwanken. Im Bereich über der Waldgrenze ist, infolge der niedrigen Temperaturen, keine frost- und schneefreie Periode mehr feststellbar. Die Zahl der Tage mit Niederschlag variiert zwischen 130 und 170 und die Niederschlagsmenge zwischen 1500 und 2000 mm. Dementsprechend steigt auch die Zahl der Tage mit einer geschlossenen Schneedecke von 180 bis über 300 an.

In der Berglandstufe der Nördlichen Kalkalpen befindet sich das Einzugsgebiet des **Augstbaches**. Dieser Klimatyp weist mäßig winterkalte bis winterstrenge, sommerkühle und sehr niederschlags- und schneereiche Verhältnisse auf. Die Höhengrenzen dieses Typs, der durch eine lückenlose Bewaldung geprägt ist, reichen von 800 bis 1700 Meter. Aufgrund der großen Schneedeckenwahrscheinlichkeit von 90% bis 20. April bietet dieses Gebiet optimale Voraussetzungen für den Wintertourismus. Die mittleren Jänner- bzw. Julitemperaturen liegen zwischen $-3,5$ und -6° bzw. 10 bis $14,5^{\circ}$ und die an 150 bis 190 Niederschlagstagen fallende Menge pendelt zwischen 1500 und 2200 mm. An 15 Tagen pro Jahr fallen mehr als 30 mm Niederschlag. Die 24 Stunden-Maximalniederschlagswerte sind deutlich höher als im Bereich des Untertalbachs und erreichen Werte bis zu 75 mm.

Das Gebiet des **Pusterwaldbaches** kann dem Klimatyp der oberen Berglandstufe südlich des Alpenhauptkammes zugeordnet werden. Die Abgrenzungskriterien sind nach unten die obere Siedlungsgrenze und nach oben die Waldgrenze. Charakteristisch für das Einzugsgebiet sind kalte und strenge Winter sowie kühle Verhältnisse in den Sommermonaten, die sich in den mittleren Jänner- und Julitemperaturen von -4 bis -7° bzw. 12 bis 14° widerspiegeln. An 115 bis 145 Niederschlagstagen werden Mengen zwischen 1050 und 1500 mm erreicht. Durch die vorherrschenden Niederschlags- und Temperaturverhältnisse beträgt die Vegetationsperiode bis zu 173 und die Schneedeckendauer bis zu 180 Tage. Die 24 Stunden-Maximalniederschlagswerte sind ähnlich denen beim Untertalbach, die Tage mit mehr als 30 mm Niederschlag sind mit 4,2 geringfügig höher.

Die Einzugsgebiete von **Gößbach** und **Dobreinbach** sind den Tal- und Beckenklimaten im Umkreis des Mürztals zuzuordnen. Diese können als winterkalt, sommerkühl und relativ niederschlagsarm charakterisiert werden. Die Niederschlags- und Schneeverhältnisse in diesen Gebieten weisen eine Zunahme in Richtung zu den Nördlichen Kalkalpen bzw. zu den Eisenerzer Alpen auf, wobei die Niederschlagsmengen, an 105 bis 120 Niederschlagstagen, zwischen 750 und 1000 mm variieren. Die größeren Niederschlagsmengen im Bereich des

Dobreinbaches bedingen auch eine größere Anzahl von Tagen mit mehr als 30 mm Niederschlag (Dobreinbach 6,4 Tage bzw. Gößbach 2,4 Tage). Im Mittel sind die Temperaturen im Jänner zwischen -3 und -11° , jene im Juli zwischen 10 und 16° . Einer Vegetationsperiode von bis zu 206 Tagen steht die Anzahl der Tage mit einer Schneedecke von 60 bis über 200 gegenüber.

Das Einzugsgebiet des **Pöllauprätisbaches** kann den Tal- und Beckenklimate innerhalb des Steirischen Randgebirges zugeordnet werden. Das im Gebiet vorherrschende, mäßig winterkalte und mäßig sommerwarme Klima unterscheidet sich, aufgrund einer günstigeren Lokalwindzirkulation, gegenüber dem Vorland durch eine geringere Nebel- und Hochnebelhäufigkeit. Die mittlere Temperatur im Jänner schwankt zwischen -3 und -4° und jene des Juli zwischen 15 und 18° . Das von landwirtschaftlicher Tätigkeit gekennzeichnete Gebiet profitiert von der langen Vegetationsperiode von bis zu 220 Tagen. An 100 bis 115 Niederschlagstagen wird eine Niederschlagshöhe bis zu 900 mm erreicht. Im Untersuchungsgebiet ist an rund 30 bis 60 Tagen pro Jahr eine Schneedecke vorhanden, an 30 Tagen überschreitet die Niederschlagsmenge 30 mm und es ist mit 40 bis 70 Nebeltagen zu rechnen.

2.3.2 Geologie und Hydrogeologie

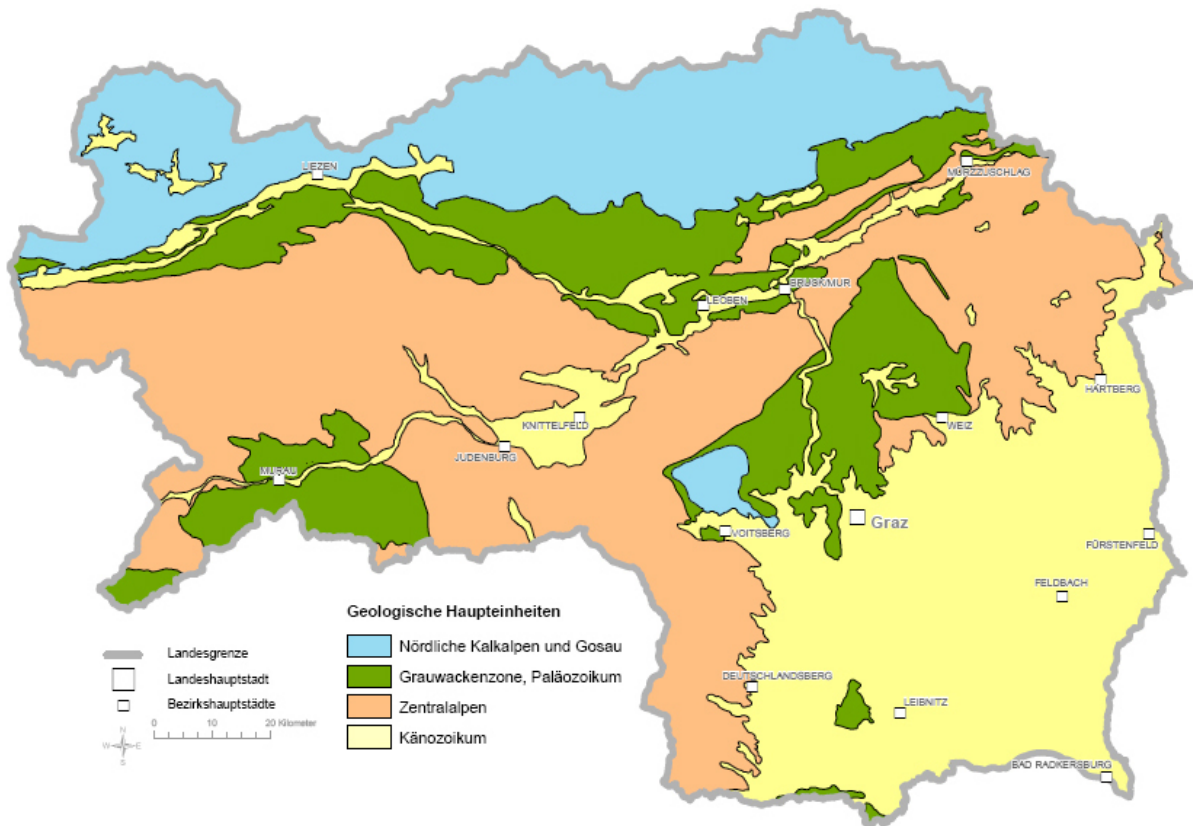


Abbildung 8: Geologische Übersichtskarte der Steiermark, Quelle: www.schulatlas.at

Die Geologie prägt sowohl die Form als auch die Morphologie eines Einzugsgebietes. Abbildung 8 zeigt die verschiedenen geologischen Einheiten der Steiermark. Von Bedeutung für den Abfluss sind die Art der Ausprägungen von Lockergesteins- und Festgesteinsbereichen und die damit zusammenhängenden Vorkommen von Aquiferen. In klüftigen und verkarsteten Gebieten kann es zum Entstehen von zusammenhängenden Grundwasserspeichern kommen, die auf die Wasserführung in niederschlagsarmen Zeiten nivellierend wirken.

Das Einzugsgebiet des **Augstbaches** ist von karbonatischem Gestein geprägt. Zusätzlich zum Kalkstein sind noch Mergel und Sandsteine im Gebiet vorhanden, die ein ausgedehntes und sehr ergiebiges Grundwasservorkommen ermöglichen. Darüber hinaus sind noch Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter mit lokalen und begrenzten Grundwasservorkommen vorhanden.

Der Schladminger Gneiskomplex dominiert das Gebiet des **Untertalbaches**. Es sind überwiegend Paragneise, Amphibolite und Glimmerschiefer, die ein lokal begrenztes

Grundwasservorkommen ermöglichen. Überdies sind noch mächtige quartäre Talfüllungen und Schuttakkumulationen der Karräume charakteristisch für das Untersuchungsgebiet.

Das Gebiet des **Pusterwaldbaches** wird von altkristallinen Gesteinen bestimmt. Es sind meist Glimmerschiefer, Granatphyllite und lokal Marmore dominant. Die Ausprägungen des Aquifertyps sind überwiegend Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter mit lokalen und begrenzten Grundwasservorkommen.

Im Einzugsgebiet des **Gößbaches** sind neben Karbonatgestein Phyllite und Vulkanite die bestimmenden Gesteinsarten. Sie ermöglichen lokale oder unzusammenhängende Grundwasservorkommen höherer Produktivität bzw. ausgedehnte, aber nur durchschnittlich ergiebige Grundwasservorkommen.

Im Bereich des **Dobreinbaches** sind der Wetterstein- und Ramsaudolomit sowie der Gutensteiner Kalk vorhanden, die ausgedehnte und sehr ergiebige Grundwasservorkommen ermöglichen. Zusätzlich sind noch Mergel, Sandsteine und Tonschiefer von Bedeutung. In ihrer Umgebung ist Grundwasser begrenzt vorhanden.

Im Einzugsgebiet des **Pöllauprätisbaches** sind Granitoide, Paragneise, Glimmerschiefer und Granatphyllite bestimmend. Die im Gebiet dominanten Porengrundwasserleiter haben ein lokal begrenztes Grundwasservorkommen.

2.3.3 Der Einfluss geomorphologischer Verhältnisse

Zusätzlich zu den bis jetzt beschriebenen Faktoren hat der geomorphologische Charakter eines Gebietes einen großen Einfluss auf den Abflussvorgang.

Neben der Größe und Form eines Einzugsgebietes sind Flussdichte, topographische Höhe und Gefällsverhältnisse prägende Faktoren für die Abflussganglinie.

Der mittlere jährliche Abfluss und die Konzentrationszeit steigen mit der Größe des Einzugsgebietes, andererseits ist die Wirkung von Niederschlagsereignissen in kleinen Gebieten sofort am Abflussverhalten bemerkbar. Zusätzlich können sich nach Starkregenereignissen in kleinen Einzugsgebieten zwei Hochwasserscheitel in der Ganglinie, durch Oberflächen- und Zwischenabfluss beziehungsweise Grundwasserabfluss, bemerkbar machen.

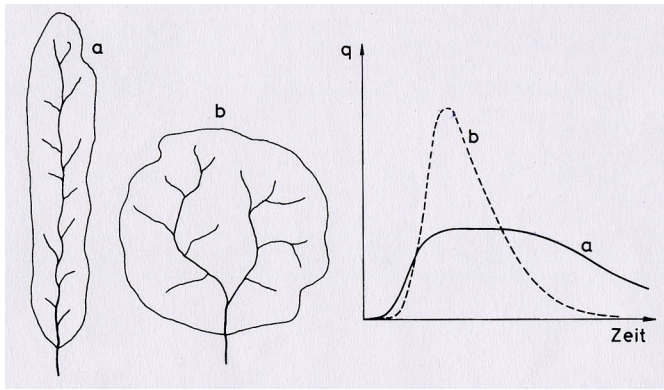
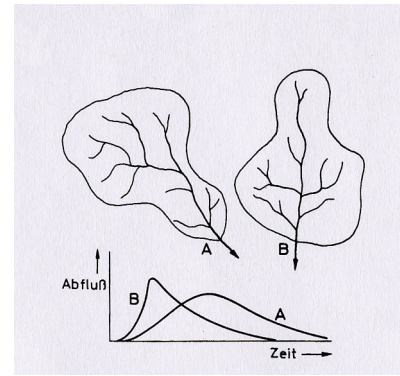


Abbildung 9: Unterschiede der Abflussganglinien aufgrund der Einzugsgebietsform, Quelle: DYCK & PESCHKE 1995



**Abbildung 10: Einfluss des Flächenschwerpunktes auf die Abflussganglinien
Quelle: DYCK & PESCHKE 1995**

Die Form eines Einzugsgebietes bestimmt die Abflussganglinie nach Starkregenerereignissen (Abbildung 9). Unterschiede in den Konzentrationszeiten bewirken entweder eine Überlagerung oder eine zeitliche Verzögerung eintreffender Wassermassen.

Zusätzlichen Einfluss auf die Hochwasserganglinie hat die Lage des Flächenschwerpunktes (Abbildung 10). Liegt dieser im unteren Bereich des Gebietes (B in Abb. 10), weist die Ganglinie einen steilen Anstieg mit einem größeren Scheitel und einer geringeren Breite auf. Konträr dazu die Form mit einem flachen Anstieg, geringem Scheitel und größerer Breite bei Lage des Schwerpunktes im oberen Bereich (A in Abb. 10).

Die Flussdichte beschreibt das Verhältnis von Fließlänge zu Gebietsgröße $[\text{km}/\text{km}^2]$ und charakterisiert die Entwässerungsfähigkeit. Je undurchlässiger der Untergrund und je höher der Niederschlag desto größer ist die Flussdichte. Diese wurde für die sechs Untersuchungsgebiete mit Hilfe eines GIS berechnet und ist nachfolgend dargestellt:

- Augstbach 1,77
- Untertalbach 1,78
- Pusterwaldbach 2,23
- Gößbach 1,47
- Dobreinbach 1,71
- Pöllauprätsbach 1,80

Der Abfluss ist überdies von der topographischen Höhe abhängig. Durch höhere Niederschläge und eine geringere Verdunstung gelangt in Hochlagen mehr Wasser zum Abfluss. Zusätzlich wird der Niederschlag in den Wintermonaten in Form von Schnee

gespeichert. Dies äußert sich durch größere Abflussvolumina bei Einsetzen der Schneeschmelze und hat somit Einfluss auf den Jahresgang.

Mit der Höhenlage ändern sich auch meistens die Gefällverhältnisse, welche sich auf die Fließgeschwindigkeiten an der Oberfläche auswirken. Nach Niederschlagsereignissen gelangt das Wasser aus Hochlagen schneller in den Vorfluter. Die charakteristische Abflussganglinie für solche Verhältnisse zeigt einen hohen Scheitel mit geringer Breite (DYCK & PESCHKE 1995).

2.3.4 Einfluss der Vegetation und des Boden

Die Vegetation beeinflusst den Abflussvorgang durch die Prozesse der Interzeption und Transpiration. Neben der vorkommenden Vegetationsformation beeinflusst auch die Phänologie den Jahresabfluss, denn fehlende Blätter bei Laubhölzern haben im Winter eine geringere Interzeption zur Folge. Auch der vermehrte Übergang von festem zu flüssigem Niederschlag, zurückzuführen auf einen Temperaturanstieg, sorgt für andere Interzeptionsraten. Nadelhölzer haben bei Schneefall eine größere Interzeptionsleistung als bei Regenereignissen. Die Vegetation hat außerdem Einfluss auf die Form der Abflussganglinie. Zu Beginn eines Niederschlagsereignisses wird ein geringer Teil der Regenmenge zurückgehalten, der Abfluss steigt verzögert an und die Konzentrationszeit verlängert sich.

Die Infiltrationsleistung während eines Niederschlagsereignisses hängt von der Vegetationsdecke ab. So hat zum Beispiel ein Wald mit mineralischem Boden und einer Rohhumusdecke ein sehr gutes Infiltrations- und Speichervermögen. Bewaldete Gebiete sorgen allgemein für eine Dämpfung der Abflussganglinie.

Verschiedene Rauigkeiten an der Bodenoberfläche sorgen für variable Fließgeschwindigkeiten des Oberflächenabflusses. Dadurch variiert die Konzentrationszeit. Die Veränderung der Vegetation durch forstwirtschaftliche Tätigkeiten, Windwurf, Schadlawinen oder Muren haben meistens einen größeren Abfluss zur Folge. ZEMOKOST (siehe Kapitel 4.3) eignet sich in diesen Fällen sehr gut, um die veränderten Abflussverhältnisse zu bestimmen.

Der Boden, der hauptsächlich von der Geologie und den klimatischen Verhältnissen im Einzugsgebiet bestimmt wird, reguliert durch seine physikalischen Eigenschaften den

Abflussvorgang. Eine geringe Infiltrationsleistung führt dazu, dass ein großer Teil des Niederschlagswassers nach einer kurzen Reaktionszeit als Oberflächenwasser abgeführt wird. Ein steiler Verlauf der Abflussganglinie mit einem hohen Spitzenwert ist charakteristisch für solche Gebiete. Im Gegensatz dazu dominiert bei einer großen Infiltrationsleistung der Zwischen- beziehungsweise Oberflächenabfluss.

Weiters steuern Speichervermögen und Durchlässigkeit das Abflussgeschehen. Bei einem großen Speichervermögen mit geringer Durchlässigkeit und kleinem Zwischen- und Grundwasserabfluss wird der überwiegende Teil des Niederschlages verdunstet. Im Gegensatz dazu kann bei geringem Speichervermögen von einer hohen Durchlässigkeit und einem hohen Zwischen- und Grundwasserabfluss ausgegangen werden (DYCK & PESCHKE 1995).

3 Die Datengrundlagen

3.1 Aufbereitung der Daten

Die Datengrundlagen zur Abgrenzung der Teileinzugsgebiete waren ein digitales Höhenmodell (Auflösung 10 m) und ein Gewässernetz (Erfassungsjahr 1996) der Steiermark. Die Bearbeitung erfolgte in den Räumlichkeiten der FA 19A, Referat 1, Hydrographischer Dienst, des Landes Steiermark mit herkömmlicher Hardware, einem GIS und zusätzlichen Funktionen für weitere Bearbeitungsschritte.

Mit den zur Verfügung gestellten Daten erfolgte die Berechnung:

- der Teileinzugsgebiete und deren Fläche
- der Länge des Oberflächenabflusses (siehe Tabelle 1, bzw. Abbildung 16)
- der Oberflächengefälle
- der Gerinnelänge
- der Gerinneneigung.

In ZEMOKOST können maximal 27 Teileinzugsgebiete berechnet werden. Diese Höchstzahl wurde nur bei einem Einzugsgebiet (Pusterwaldbach) erreicht. Homogene Bereiche mit zwei

oder mehreren Gerinneästen können zusammengefasst werden (Abbildung 11) und durch eine Vereinfachung der Gerinneknotten (Abbildung 12) kann die Anzahl der Teileinzugsgebiete pro Untersuchungsgebiet verringert werden.

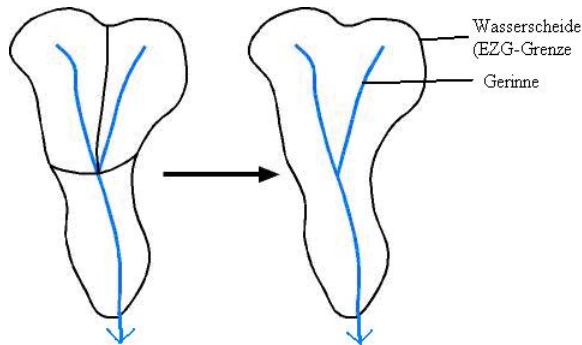
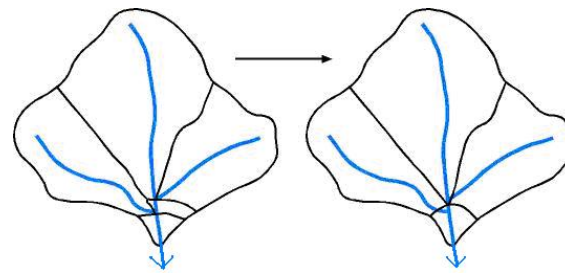


Abbildung 11: Zusammenfassung von drei Teileinzugsgebieten, Quelle: Stöffler



**Abbildung 12: Vereinfachung der Gerinneknotten
Quelle: Stöffler**

Die Abgrenzung der Teileinzugsgebiete erfolgte in einem ersten Schritt mithilfe des digitalen Höhenmodells. Jedoch war eine manuelle Korrektur der Teileinzugsgebietsgrenzen notwendig, weil sich diese, aufgrund der Auflösung des Höhenmodells von 10 Metern, überlagerten oder sogar Lücken aufwiesen. Die Länder Vorarlberg und Tirol verwenden ein Höhenmodell mit einer Auflösung von 5 Metern und haben dadurch bei diesem Arbeitsschritt weniger Probleme und damit eine kürzere Bearbeitungszeit.

Nach Abgrenzung des Untersuchungsgebietes erfolgte die hierarchische Gliederung der Teileinzugsgebiete. Diese muss einwandfrei gegeben sein, damit während der Berechnung in ZEMOKOST keine Fehler auftreten.

Es gibt verschiedene Konzepte, um ein Gewässernetz zu beschreiben. Beim klassischen Einteilungskonzept erhält der Hauptfluss die Ordnung 1 und die direkt in ihn einmündenden Nebenflüsse die Ordnung 2, die in diese Nebenflüsse mündenden Nebenflüsse die Ordnung 3 usw. (Abbildung 13). Das Konzept von STRAHLER (1964), zitiert nach BAUMGARTNER & LIEBSCHER (1990), geht von den Quellflüssen aus, die die Ordnung 1 erhalten. Vereinigen sich zwei Flüsse 1. Ordnung, dann bilden sie einen Fluss 2. Ordnung. Verbinden sich zwei Flüsse 2. Ordnung, dann ergibt sich ein Fluss 3. Ordnung usw. (Abbildung 14). Die hierarchische Gliederung für ZEMOKOST hat vom tiefstgelegenen Knotenpunkt aufwärts einheitlich von rechts nach links oder umgekehrt zu erfolgen. Vom Pegelpunkt ausgehend (TEZG 1) erhält im nächsten Knoten jedes Tochtereinzugsgebiet von links durchnummeriert

eine Einerstelle hinzu (TEZG 11, 12, 13,). Daher können maximal neun Teileinzugsgebiete in einen Knoten münden (Abbildung 15).

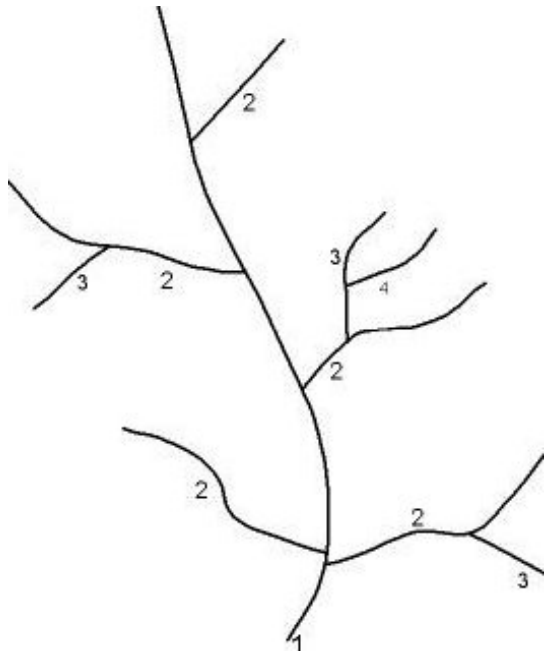


Abbildung 13: Klassische Flussordnungskonzept
Quelle: DYCK & PESCHKE 1995

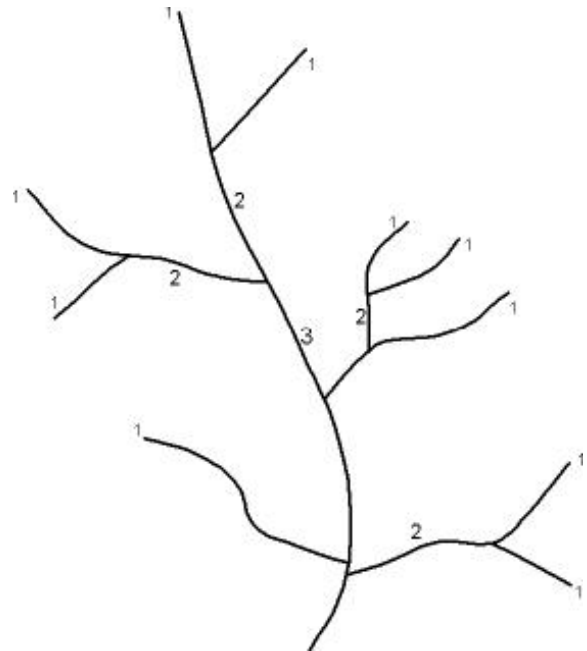


Abbildung 14: Flussordnungskonzept nach Strahler
Quelle: DYCK & PESCHKE 1995

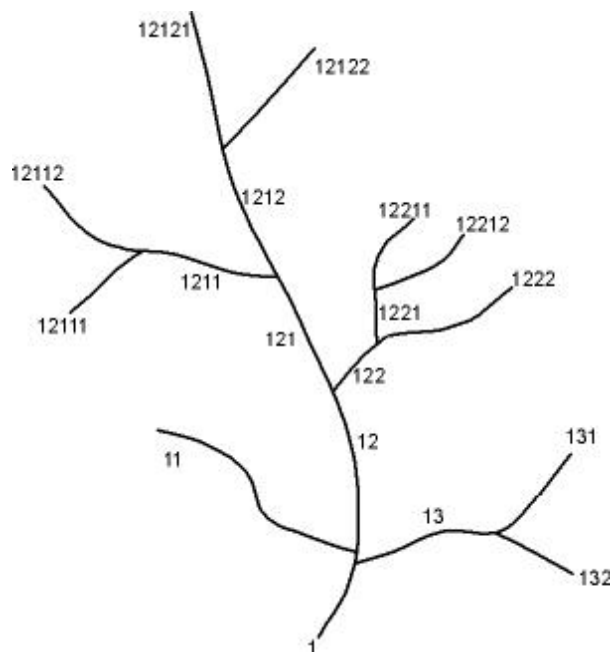


Abbildung 15: Flussordnungskonzept für ZEMOKOST

Die hierarchische Gliederung der Untersuchungsgebiete ist am Beispiel des Augstbaches in Kapitel 5.1 sowie dem Anhang 9.1 zu entnehmen. Die Berechnung der übrigen Parameter (**Länge des Oberflächenabflusses, Oberflächengefälle, Gerinneneigung und Gerinnelänge**) erfolgte ebenfalls mit GIS-Programmen und soll am Beispiel des Augstbaches in Tabelle 1 veranschaulicht werden.

Gerinneparameter				Oberflächenparameter		
EZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge [m]	Neigung [°]	Neigung (absolut)	Länge [m]
122222	0,04	30	724,82	15,22	0,2819	678,75
122221	0,26	251	948,04	18,74	0,3470	104,75
12223	0,25	265	1054,47	21,76	0,4030	177,02
12222	0,02	9	535,53	15,89	0,2943	591,29
12221	0,23	425	1883,86	23,70	0,4389	290,37
1224	0,27	246	900,98	25,51	0,4724	263,98
1223	0,36	561	1543,87	26,14	0,4841	187,08
1222	0,02	6	362,25	12,57	0,2328	85,24
1221	0,23	300	1318,76	22,54	0,4174	356,77
123	0,36	254	707,34	24,91	0,4613	317,61
122	0,06	63	1028,78	24,32	0,4504	774,77
121	0,22	262	1210,01	20,05	0,3713	269,68
13	0,23	105	466,30	26,35	0,4880	404,31
12	0,03	49	1476,63	25,75	0,4769	606,92
11	0,12	171	1425,58	16,55	0,3065	353,62
1	0,01	9	616,51	10,12	0,1874	194,80

Tabelle 1: Gerinne- und Oberflächenparameter der Teileinzugsgebiete des Augstbaches

Erklärungen zu Tabelle 1:

Gerinneparameter

Neigung (absolut): Quotient aus Länge und Δh
 Δh : Höhenunterschied zwischen 2 Gerinneknoten
 Länge [m]: Länge des Gerinnes im Teileinzugsgebiet

Oberflächenparameter

Neigung [°]: durchschnittliche Hangneigung des Teileinzugsgebietes
 Neigung [absolut]: In ZEMOKOST durch Winkel-funktion berechneter Wert
 Länge [m]: durchschnittlicher gerinneloser Oberflächenabfluss von Wasserscheide bis Gerinne, rot markiert in Abbildung 16

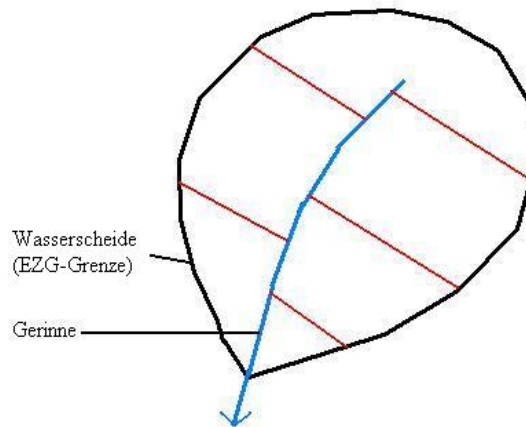


Abbildung 16: Durchschnittlicher gerinneloser Oberflächenabfluss, Quelle: Stöffler

3.2 Die Datensätze

Die Bestimmung der Abflussbeiwertklassen der einzelnen Teileinzugsgebiete erfolgte nach der provisorischen Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes nach MARKART et al. (2004). Eine nähere Beschreibung dieser Dokumentation des Bundesamtes und Forschungszentrum für Wald erfolgt in Kapitel 5.1.

Eine erste Bestimmung der vorkommenden Vegetationseinheiten in den Untersuchungsgebieten kann anhand unterschiedlicher Fernerkundungsdaten erfolgen.

Für alle sechs Untersuchungsgebiete stand der **CORINE**-Datensatz (CLC Level 3) vom Umweltbundesamt zur Verfügung. In drei Einzugsgebieten (Untertalbach, Augstbach, Pöllauprätsbach) konnte zusätzlich der Datensatz **LANDINFORMATIONSSYSTEM ÖSTERREICH** von SEGER verwendet werden.

Diese beiden Quellen unterscheiden sich durch ihre Anzahl an Landnutzungsklassen sowie durch die Untergrenze der Erfassung einzelner Vegetationseinheiten. Diese ist beim CORINE-Datensatz **25 ha (=1*1 cm in ÖK 50)** beziehungsweise beim Landinformationssystem Österreich **3 ha (=3*4 mm in ÖK 50)**. Eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Datensätze erfolgt auf der Internetseite des Umweltbundesamtes (www.umweltbundesamt.at) sowie im Projekt ETALP (Erosions- und Transportprozesse in alpinen Einzugsgebieten) (BMFL 2003). Am Beispiel des Augstbaches soll in diesem Abschnitt der Unterschied der zwei zur Verfügung gestandenen Datensätze illustriert werden.

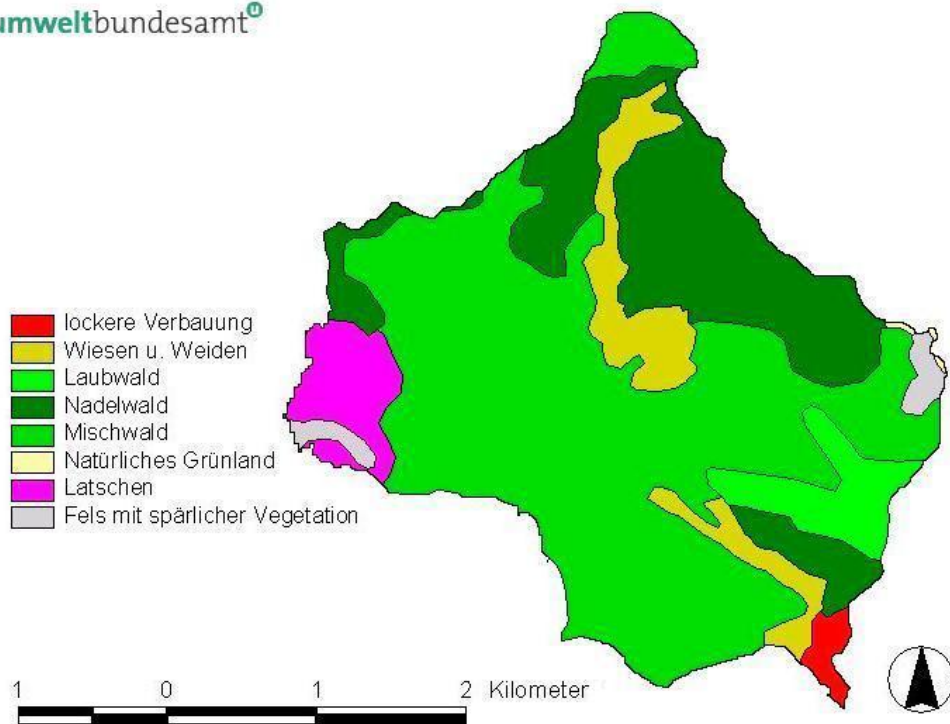


Abbildung 17: Datensatz Corine Land Cover (Level 3) Quelle: Umweltbundesamt

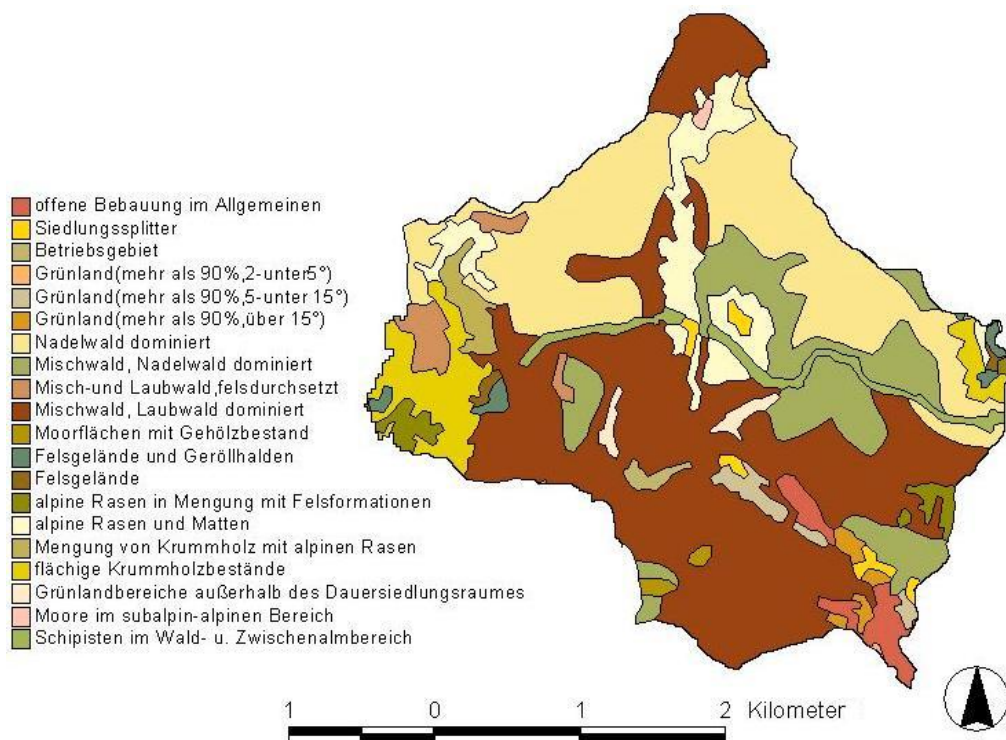


Abbildung 18: Datensatz Landinformationssystem Österreich

Quelle: Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt

In Abbildung 17 wird das Einzugsgebiet des Augstbaches durch **8 Landnutzungsklassen** dargestellt. Der Vorteil des Datensatzes von SEGER (2003) (Abb. 18) ist durch den Vergleich beider Abbildungen ersichtlich. Die kleinere Untergrenze der Erfassung von

Vegetationseinheiten spiegelt sich durch **20 verschiedene Klassen** wieder. Beide Datensätze können die Geländearbeit nicht ersetzen, jedoch sind die Daten der Realraumanalyse bei einem schwer zugänglichen Gebiet von Vorteil. Außerdem ist dieser Datensatz an die Geländearbeit nach MARKART et al. (2004) gekoppelt und ermöglicht eine schnellere Zuordnung der verschiedenen Vegetationseinheiten zu Abflussbeiwertklassen. Zur Erleichterung sind im Projekt ETALP alle 81 verschiedenen Landnutzungsklassen als Bandbreiten der Oberflächenabflussbeiwerte in einer Tabelle dargestellt.

4 Die Modellierung

4.1 Der mathematische Hintergrund

Das Programm ZEMOKOST basiert auf der Arbeit von ZELLER (1981) und soll nachfolgend vorgestellt werden.

Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse sind ein sehr anspruchsvoller und weitgespannter Problemkreis. Niederschlags-Abflussmodelle versuchen einen Zusammenhang zwischen diesen Eingangs- und Ausgangsgrößen herzustellen. Dieser kann bei kleinen Einzugsgebieten relativ einfach hergeleitet werden. Schon kurz Zeit nach Beginn des Starkregens sprechen Bäche an und zeigen eine Abflussganglinie, die einen typischen Charakter aufweist. Dieser wird nicht nur von Art und Menge des Niederschlages, sondern auch von den Vorgängen, die zwischen dem Eintreffen des Regens auf dem Boden und dem Abfließen in die verschiedenen Gerinne, einschließlich des Gerinneabflusses, geprägt. Die Herausforderung besteht darin, aus einem Niederschlag die dazugehörige Abflussganglinie zu berechnen oder eine quantitativ richtige Abflussprognose zu erstellen.

Dazu sind Kenntnisse von Meteorologie, Topographie, Bodenbedeckung und den hydrogeologischen Verhältnissen im Untersuchungsgebiet von großer Bedeutung.

Zu Beginn eines Regenereignisses bleibt vorerst der größte Teil des Niederschlagswassers an Pflanzen und an der Bodenoberfläche haften. Im Anschluss bildet sich am Boden ein durchgehender Wasserfilm, der an Mächtigkeit zunimmt. Schließlich beginnt das Wasser in

Richtung tiefer liegender Zonen zu fließen. Dabei sammelt es sich in Rinnen und Gräben und erreicht den Vorfluter. Dazwischen kann sich das Wasser in Mulden und Senken stauen, wodurch dieses vorübergehend oder auch länger retendiert werden kann. Neben dem Oberflächenabfluss, der im Bach zum Gerinneabfluss wird, fließt das Wasser auch unterirdisch ab. Dieses kann dem Vorfluter für immer entzogen oder nach einem Zwischenabfluss wieder zugeführt werden. Zusätzlich zur Infiltration finden durch Verdunstungsvorgänge noch weitere Wasserverluste statt. Diese sind zu Beginn eines Regenereignisses am größten und nehmen mit fortschreitender Dauer ab.

Dauert der Regen lange genug, nähert sich die Abflussmenge einem konstanten Wert. Die Zeitdauer bis zu dessen Erreichen ist von der Eigenart des Einzugsgebietes (Topographie, Bodenbeschaffenheit, Gewässernetz, Vegetation) und von Intensität, Dauer und Verteilung des Regens abhängig. Eine Abflussanalyse ist um so repräsentativer, je genauer die Verhältnisse eines Gebietes bekannt sind und je besser es gelingt, dieses Wissen in die Analyse zu integrieren.

Eine der ersten Gleichungen zur Berechnung von Hochwasserwerten nach BÜRKLII-ZIEGLER (1878) zitiert nach BARBEN et. al. (2001) hatte die Form:

$$Q_{max} = C * i * E \quad [1]$$

mit

C....Abfluss- und Verlustkoeffizient

i.....Regenintensität

E....Einzugsgebietsgröße.

Zur Bestimmung von Höchstabflüssen ist es notwendig, die Regendauer zu kennen. Diese ist in diesem Fall die Zeitspanne von Beginn des Starkregens bis zum Erreichen des Abflussmaximums und wird auch Konzentrationszeit oder Laufzeit (t_c) genannt. Es ist die Zeit, die das Wasser des zeitlich entlegensten Teiles des Einzugsgebietes braucht, bis der dortige Oberflächenabfluss beim nächstliegenden Gerinne voll anspricht, plus die Zeit zum Zurücklegen des Weges von diesem entlegenen Gerinne bis zur Messstelle.

Zur Bestimmung von Höchsthochwasserabflüssen benötigt man nachstehende Elemente:

§ Niederschlagsdaten extremer Starkregenereignisse im Gebiet

- § Wasserverluste
- § Laufzeiten von Oberflächen- und Gerinneabfluss
- § Zusätzlich noch Angaben über Geologie, Topographie, geotechnische und bodenkundliche Angaben, Erschließung, Bewirtschaftung

Die Bestimmung eines Hochwasserabflusses nach der Laufzeitmethode, auf deren Basis das Abflussmodul ZEMOKOST besteht, soll nun chronologisch dargestellt werden (Abbildung 19).

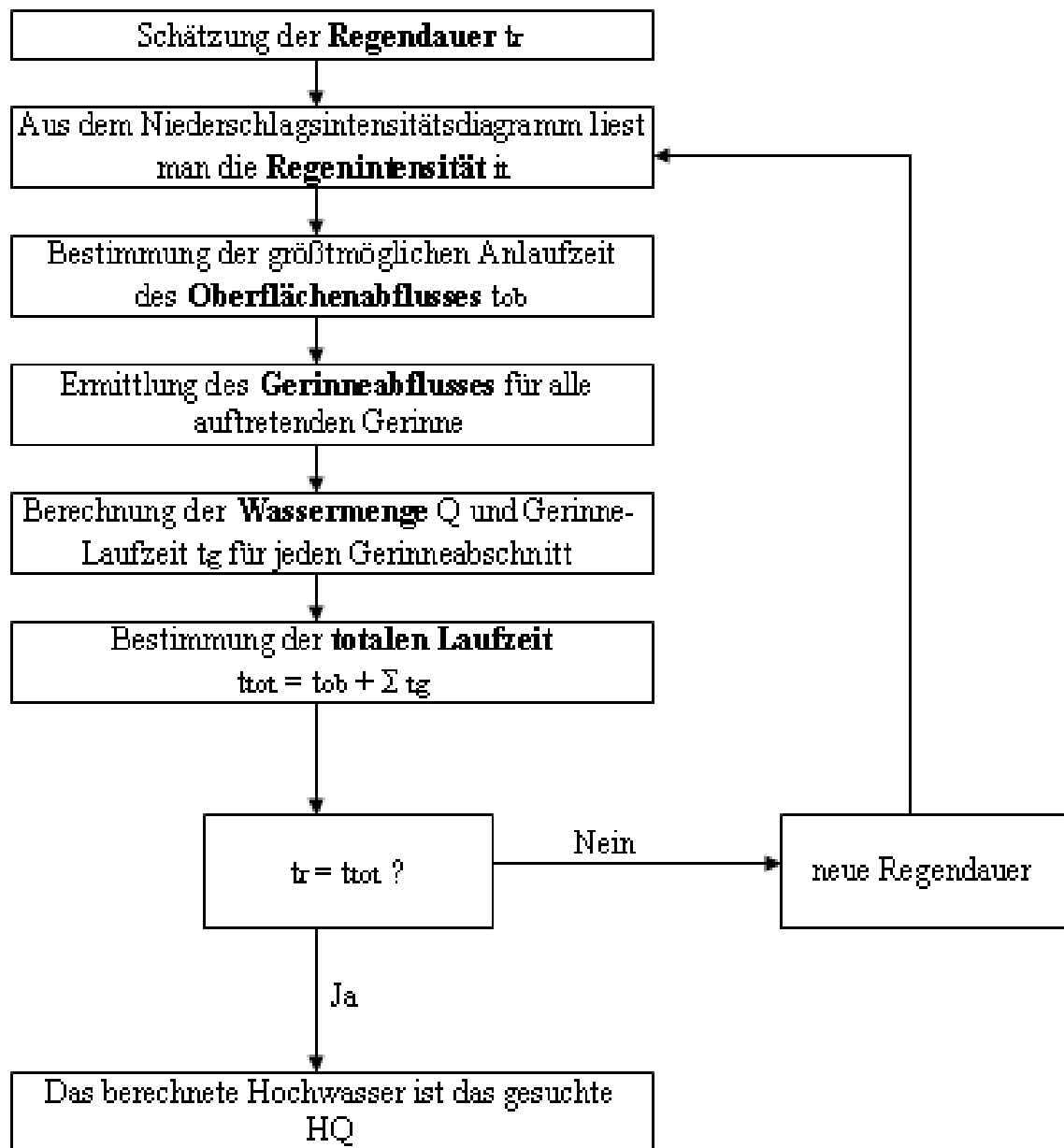


Abbildung 19: Chronologischer Ablauf des Laufzeitverfahrens, Quelle: ZELLER 1981

Als Grundlage zur Bestimmung eines Abflussmaximums und der Abflussganglinie eines extremen Hochwassers **muss** der Starkregen zumindest so lange dauern, bis das zeitlich entlegenste Teileinzugsgebiet voll anspringt und dieses Wasser an der Messstelle eintrifft. Dabei werden eine konstante Regenintensität und eine gleichmäßige Überregnung des Gebietes angenommen. Der Oberflächenabfluss wird dabei durch eine trapezförmige Ganglinie angenähert (Abbildung 20).

Ein Abflussmaximum stellt sich ein, wenn die **Regendauer zumindest gleich lang wie die Anlaufzeit** dauert. Diese ist die Summe aus Oberflächen- und Gerinnelaufzeit. Als Erstes wird aus dem Niederschlagsintensitätsdiagramm zur geschätzten Regendauer die dazugehörige Intensität ermittelt und berechnet mit dieser die Oberflächenlaufzeit von jenem Teileinzugsgebiet mit dem längsten Oberflächenabfluss t_{ob} .

Wie bereits erwähnt, fließt Niederschlagswasser, welches nicht infiltriert oder zurückgehalten wird, an der Oberfläche ab, wobei mit dem Oberflächenabfluss sowohl das oberflächlich abfließende, als auch das in unmittelbarer Nähe der Bodenoberfläche abfließende Wasser, gemeint ist. Aus vielen Versuchen und rechnerischen Überprüfungen zeigt sich, dass der Oberflächenabfluss bei Starkregenereignissen kurz nach dessen Beginn einsetzt und sich kontinuierlich bis zu einem Maximalwert steigert. Bei Annahme einer konstanten Regenintensität stellt sich mit der Zeit ein konstanter Abfluss ein, der sich nach Ende des Regenereignisses wieder abbaut. Zur Berechnung dieser Zeit gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine davon ist die Methode nach IZZARD (1946), zitiert nach ZELLER (1981). Sie dient der Ermittlung der Zeitspanne, bis sich der maximale Oberflächenabfluss einstellt. Diese Anlaufzeit lässt sich ermitteln aus der Formel:

$$t_{ob} = \frac{527 \times c \times L_{ob}^{1/3}}{J_{ob}^{1/3} \times (C \times i_t)^{2/3}} \quad [2]$$

mit

t_{ob}Anlaufzeit in Minuten

cWasserabflusskoeffizient (Anhang 9.3)

CWasserverlustkoeffizient (Anhang 9.2)

L_{ob} ...Weglänge des gerinnelosen Abflusses in Meter

J_{ob}mittlere Hangneigung

i_tmittlere Regenintensität einer Wiederkehrperiode [a] in mm/h

Aus der Gleichung ist ersichtlich, dass mit zunehmender Regenintensität (i_t) die Anlaufzeit verkürzt wird. Gleiches gilt für eine Zunahme des Gefälles (J_{ob}) sowie einer Abnahme der Weglänge (L_{ob}). Die Werte der Wasserabfluss- und der Wasserverlustkoeffizienten können Anhang 9.2 bzw. 9.3 entnommen werden. Die Schwäche dieser Methode liegt darin, dass die beiden Koeffizienten in der Praxis schwer schätzbar sind und die realen Verhältnisse nur mangelhaft wiedergegeben werden können.

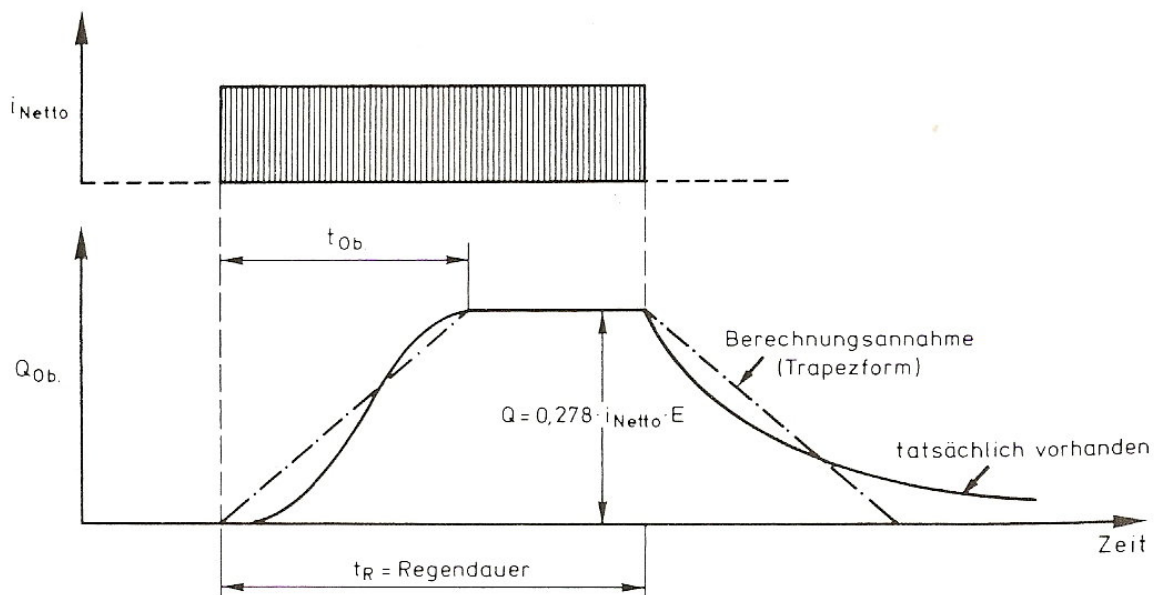


Abbildung 20: Vereinfachte Nachbildung der Oberflächenabflussganglinie durch ein gleichschenkliges Trapez, Quelle: ZELLER 1981

In Abbildung 20 ist ersichtlich, dass die Anlaufzeit des Oberflächenabflusses t_{ob} so lange dauert, bis sich ein maximaler Abfluss einstellt, der sich nach Ende des Regenereignisses wieder abbaut. Der Abfluss wird, wie in der Grafik dargestellt, aus der Formel

$$Q = 0,278 * i_{netto} * E \quad [3]$$

0,278.....Umrechnungsfaktor von mm/h zu m³/s

i_{netto} Nettoniederschlag: $C * i_t$ (siehe Formel 2)

E.....Einzugsgebietsgröße in km²

berechnet.

Die Gerinnelaufzeit ist jene Zeit, die das Wasser benötigt, um vom Gerinneanfang bis zur Messstelle zu gelangen und lässt sich näherungsweise mit den üblichen Mitteln der

Geohydraulik berechnen. Die Laufzeit für kurze Gerinne ist der Quotient aus Weglänge und Fließgeschwindigkeit. Für längere Gerinne mit Seitenzubringern ist eine Unterteilung in mehrere Teilstrecken notwendig, da man die gerinneabwärts anwachsende Abflussmenge Q mitberücksichtigen muss. Für die Berechnung von Q wird vorausgesetzt, dass Normalabfluss vorliegt. Die Formel lautet:

$$Q = v * F \quad [4]$$

v.....Geschwindigkeit: $k * R^{2/3} * J_e^{1/2}$ (Strickler Gleichung) [5]

mit k. ... Energieverlustkoeffizient nach Strickler in $m^{1/3}/sec$ (Anhang 9.4)

R....hydraulischer Radius in Meter

Je....Energienliniengefälle (=mittlere Sohlengefälle)

F.....Gerinnequerschnitt in m^2

Beim Gerinnequerschnitt verwendet man einfachheitshalber Trapezprofile. **Damit lassen sich der hydraulische Radius R und die Fläche F durch die Normalabflusstiefe h ausdrücken.** Zum besseren Verständnis soll Abbildung 20 diese Abhängigkeiten darstellen.

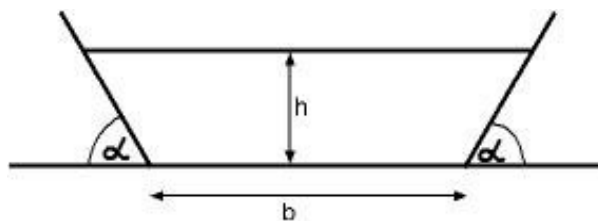


Abbildung 21: Vereinfachte Annahme eines Flussquerschnitts durch ein Trapezprofil

Quelle: ZELLER 1981

$$F = b * h + h^2 \cos tg \alpha \quad [6]$$

$$P = b + \frac{2h}{\sin \alpha} \dots\dots\dots \text{benetzter Umfang} \quad [7]$$

$$R = \frac{F}{P} = \frac{b * h + h^2 \cos tg \alpha}{b + \frac{2h}{\sin \alpha}} \quad [8]$$

Daraus folgt:

$$Q = k * J^{1/2} * \left(\frac{b * h + h^2 \cos \alpha}{b + \frac{2h}{\sin \alpha}} \right)^{2/3} * (b * h + h^2 \cos \alpha) \quad [9]$$

$$v = k * J^{1/2} * \left(\frac{b * h + h^2 \cos \alpha}{b + \frac{2h}{\sin \alpha}} \right)^{2/3} \quad [10]$$

Da J und k variabel sind, ist es einfacher die Beziehungen $\frac{Q}{k * J^{1/2}}$ und $\frac{v}{k * J^{1/2}}$ in ein Diagramm einzutragen. Dadurch kann man zu einem bestimmten Q die Höhe h ablesen und zu dieser die entsprechende Geschwindigkeit v bestimmen. (Abbildung 22)

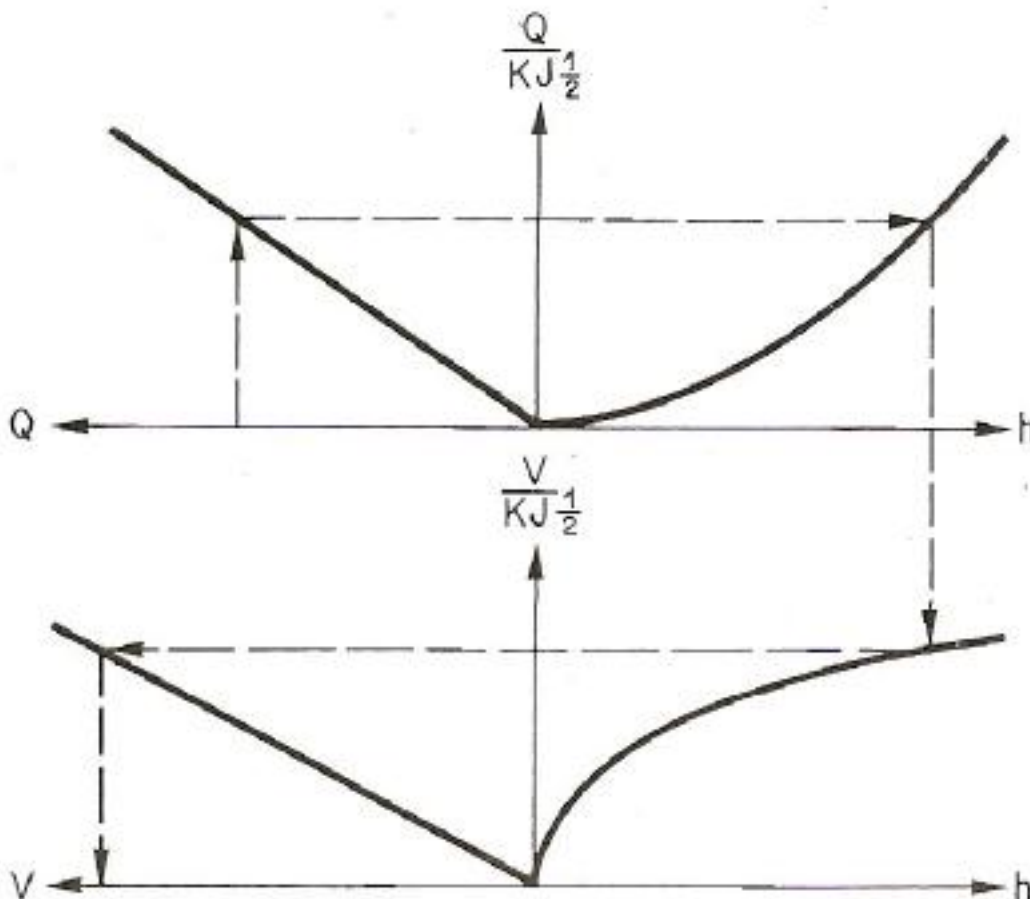


Abbildung 22: Ermittlung der Fließgeschwindigkeit aus der Wassermenge, Quelle: ZELLER 1981

Zu jedem Gerinne fließt aus dem durchflossenen Einzugsgebiet die Wassermenge

$$\Delta Q = E * C * i_T \quad [11]$$

Daraus berechnet man die mittlere Wassermenge im Gerinne mit der Gleichung:

$$Q_m = Q_o + \Delta Q / 2 \quad [12]$$

Q_o eintreffende Wassermenge bei einem Kontrollquerschnitt

Mit der berechneten Wassermenge Q_m lässt sich, wie in Abbildung 22 dargestellt, die Geschwindigkeit v und in weiterer Folge die Gerinnelaufzeit bestimmen:

$$t_g = L_G / v \quad \text{mit} \quad [13]$$

L_GGerinnelänge in Meter

Die Summe der einzelnen Gerinnelaufzeiten ($\sum t_g$) und der Anlaufzeit des längsten Oberflächenabflusses (t_{ob}) ergibt die totale Laufzeit (t_{tot}). Wenn diese gleich der Regendauer (t_r) ist, so ist der ermittelte Abfluss der gesuchte Hochwasserabfluss. Ansonsten verwendet man die errechnete totale Laufzeit, sucht sich für diese Dauer die dazugehörige Regenintensität und beginnt die Berechnung von Neuem. Nach ungefähr drei bis vier Durchläufen erhält man das gewünschte Hochwasser.

Abschließend soll gesagt werden, dass bei Verwendung der Laufzeitmethode wesentliche Vereinfachungen angenommen werden. Diese sind:

- konstante Berechnung
- Regendauer = Laufzeit
- trapezförmige Abflussganglinien
- ungenügende Berücksichtigung der Speicherwirkung von Einzugsgebiet und Gerinnen (z.B. Schotterkörper im Gerinne)
- Variabilität der einzusetzenden Koeffizienten (C, c, k siehe Anhang 9.2, 9.3, 9.4)

4.2 Modelleingangsgröße Niederschlag

Bei konvektiven Niederschlagsereignissen erfolgt eine starke vertikale Luftbewegung. Diese Ereignisse, die meistens auf kleine, scharf abgegrenzte Gebiete mit kürzerer Regendauer beschränkt sind, treten häufig in Verbindung mit Gewitter und Hagelschlag auf. In heftigen Schauern kann die Niederschlagsintensität zwischen 10 und weit über 50 mm/h schwanken. In Österreich werden Starkniederschläge durch die Formel von WUSSOW (1922), zitiert nach KAINZ (2005), definiert.

$$hn \geq \sqrt{5t - \left(\frac{t}{24}\right)^2} \quad [13]$$

hnNiederschlagshöhe [mm]

tDauer [min]

In kleinen Einzugsgebieten sind Hochwasserereignisse meist auf konvektive Starkniederschläge zurückzuführen, wobei folgende Faktoren die Größe des Abflusses bestimmen:

- Anteil der befestigten Flächen
- Art der Flächenbefestigung
- Geländeneigung
- Regenstärke und Regendauer
- Bodenart und Bewuchs

Bei der Erstellung von Starkniederschlagskarten werden alle verfügbaren Niederschlagsaufzeichnungen verwendet. Wenn ein Gebiet nur eine geringe räumliche Auflösung von Daten hat, können mit Hilfe von komplexen meteorologischen Modellen (instationäres, orografisch-konvektives Modell OKM, orographisch konvektiver Verstärkungsindex OKV) fehlende Niederschlagswerte berechnet werden, um flächendeckende Aussagen treffen zu können.

Um im ZEMOKOST ein Niederschlagsintensitätsdiagramm generieren zu können, benötigt man die OKM Modelldaten nach LORENZ & SKODA (2002).

Die, das Diagramm erzeugenden, u und w Werte (siehe Abbildung 23) sind nach **ÖKOSTRA** (Österreichische **KO**ordinierte **ST**arkniederschlags **R**eionalisierung **A**uswertung) 247 ortsabhängige Parameter, die für das gesamte österreichische Bundesgebiet definiert wurden und vom Hydrographischen Zentralbüro angefordert werden können.

Dabei wird die Niederschlagshöhe ermittelt aus der Formel:

$$h_{n(D, T)} = u(D) + w(D) \cdot \ln T$$

Im Folgenden soll gezeigt werden, wie die u - und w -Werte für einen beliebigen Ort selbstständig berechnet werden können (KRALL & GANGL 2006).

Die lokalen Parameter u und w dienen der Berechnung typischer Regenerenisse mit der jeweiligen Dauerstufe [in min] und Niederschlagshöhe.

Im Hydrologischen Atlas Österreich (BMLF 2007) sind die konvektiven Starkniederschlagshöhen für das gesamte Bundesgebiet für die Dauer von 15, 60 und 180 Minuten mit den Wiederkehrzeiten von 2, 10, 50 und 100 Jahren für Rasterfelder von 6*6 km verfügbar.

Für jede Dauerstufe wurden während der Auswertungen die gemessenen Starkniederschlagshöhen in ein Koordinatensystem mit logarithmischer Abszisse eingetragen. Die daraus resultierende Verteilungsfunktion wird durch eine Regressionsgerade dargestellt. Wie in Abbildung 23 erkenntlich, bedeutet der Parameter u den Ordinatenabschnitt für $\ln T = 0$, der Parameter w stellt den Anstieg der Ausgleichsgeraden dar.

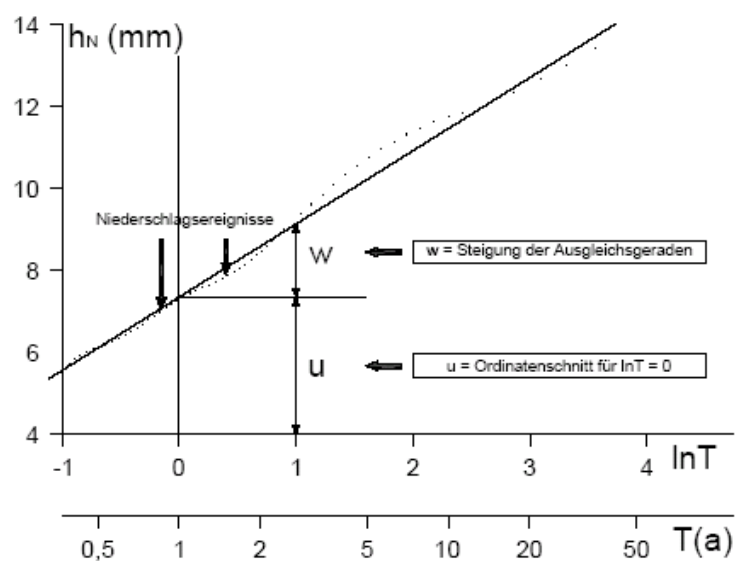


Abbildung 23: Beispiel einer Verteilungsfunktion mit der Regressionsgeraden

Quelle: Übungsskriptum, Hydrologie und Wasserwirtschaft, TU Graz

Aus dem Hydrologischen Atlas Österreich (HAÖ) sucht man sich für das zu bearbeitende Untersuchungsgebiet die Starkniederschlagshöhen h_n (Dauer [min], Wiederkehrzeit [a]) für $h_n(15,2)$, $h_n(15,100)$, $h_n(60,2)$ und $h_n(60,100)$ heraus. Da die Werte aus dem analogen Atlas entnommen wurden und die Niederschlagsdaten darin in Bandbreiten dargestellt sind, wurden die Niederschlagshöhen der jeweiligen Dauer und Wiederkehrzeit für dieses Beispiel geschätzt. Für eine genaue Bestimmung der Werte ist eine digitale Version des HAÖ unabdingbar.

Die für das Einzugsgebiet des Augstbach geschätzten Werte sind:

$$h_n(15,2) = u(15) = 27,5 \text{ mm}$$

$$h_n(15,100) = 75 \text{ mm}$$

$$h_n(60,2) = u(60) = 42,5 \text{ mm}$$

$$h_n(60,100) = 130 \text{ mm}$$

Daraus lassen sich die Parameter $w(15)$ und $w(60)$ und die Koeffizienten A_u , B_u , A_w , B_w mithilfe nachstehender Formeln berechnen.

$$w(15) = \frac{h_n(15,100) - u(15)}{\ln 100} = 10,31$$

$$w(60) = \frac{h_n(60,100) - u(60)}{\ln 100} = 19$$

$$B_u = \frac{\ln u(60) - \ln u(15)}{\ln 60 - \ln 15} = 0,31$$

$$A_u = \ln u(15) - B_u * \ln 15 = 2,46$$

$$B_w = \frac{\ln w(60) - \ln w(15)}{\ln 60 - \ln 15} = 0,44$$

$$A_w = \ln w(15) - B_w * \ln 15 = 1,14$$

Anschließend können mit den errechneten Werten die gesuchten Parameter $u(D)$ und $w(D)$ als Funktion der Niederschlagsdauer (D) ermittelt werden:

$$u(D) = \exp(A_u + B_u * \ln D) \text{ für } D = 5,10,15,20,30,45, \dots \text{ min}$$

$$w(D) = \exp(A_w + B_w * \ln D) \text{ für } D = 5,10,15,20,30,45, \dots \text{ min}$$

Zum Abschluss erfolgt die Berechnung der Starkniederschlagshöhe h_n in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer D und der Wiederkehrzeit T :

$$h_n(D,T) = u(D) + w(D) * \ln T$$

		T (1/a)		0,5	1	2	5	10	20	50	100
D		u(D)	w(D)	Niederschlagshöhe $h_n(D,T)$ [mm]							
5	min	19,48	6,36	15,07	19,48	23,88	29,71	34,11	38,52	44,34	48,75
10	min	24,21	8,63	18,23	24,21	30,19	38,10	44,08	50,06	57,96	63,94
15	min	27,50	10,31	20,35	27,50	34,65	44,10	51,25	58,40	67,85	75,00
20	min	30,10	11,71	21,98	30,10	38,22	48,94	57,06	65,18	75,90	84,02
30	min	34,19	14,00	24,48	34,19	43,89	56,72	66,42	76,13	88,95	98,66
45	min	38,83	16,74	27,23	38,83	50,43	65,77	77,37	88,97	104,31	115,91
60	min	42,50	19,00	29,33	42,50	55,67	73,08	86,25	99,42	116,83	130,00
90	min	48,27	22,72	32,52	48,27	64,02	84,83	100,58	116,33	137,14	152,89
120	min	52,83	25,79	34,96	52,83	70,71	94,34	112,21	130,09	153,72	171,59
150	min	56,67	28,45	36,95	56,67	76,39	102,46	122,18	141,91	167,98	187,70
180	min	60,01	30,83	38,64	60,01	81,38	109,63	131,00	152,38	180,63	202,00
210	min	62,98	33,00	40,11	62,98	85,86	116,10	138,97	161,85	192,08	214,96
240	min	65,68	35,00	41,42	65,68	89,94	122,01	146,27	170,53	202,61	226,87
300	min	70,45	38,62	43,68	70,45	97,22	132,60	159,37	186,14	221,52	248,29
360	min	74,60	41,85	45,59	74,60	103,61	141,95	170,96	199,97	238,31	267,32
420	min	78,30	44,79	47,25	78,30	109,35	150,39	181,43	212,48	253,52	284,56
480	min	81,65	47,50	48,73	81,65	114,58	158,11	191,04	223,96	267,49	300,42
540	min	84,73	50,04	50,05	84,73	119,41	165,26	199,94	234,62	280,47	315,15
600	min	87,58	52,41	51,25	87,58	123,91	171,94	208,27	244,60	292,62	328,95
660	min	90,24	54,66	52,35	90,24	128,13	178,21	216,10	253,99	304,08	341,97
720	min	92,74	56,80	53,37	92,74	132,11	184,15	223,52	262,89	314,94	354,31

Tabelle 2: Mit dem HAÖ ermittelte Niederschlagshöhen

Die ermittelten u- und w-Werte zur Berechnung des Niederschlagsintensitätsdiagramms sind in Tabelle 2 orange unterlegt. Eine genaue Beschreibung des ZEMOKOST Arbeitsblattes Niederschlag erfolgt im nächsten Kapitel.

4.3 Das Niederschlag – Abflussmodul ZEMOKOST

Das Programm ZEMOKOST ist ein Laufzeitverfahren zur Hochwasserabschätzung in kleinen bis mittleren Einzugsgebieten, nach **ZELLER** modifiziert durch **KOHL** und **STEPANEK**. Es gliedert sich in Arbeitsblätter zur Dateneingabe, Analyse und Visualisierung, verborgene Arbeitsblätter für Berechnungen im Hintergrund sowie zwei Visual-Basic-Module. Das Programm ist an Praktiker zur Abschätzung von Bemessungsabflüssen gerichtet und wird von den Entwicklern in Zusammenarbeit mit den Anwendern stetig weiterentwickelt. Für diese Diplomarbeit kam die Version 5b zur Anwendung und soll nachfolgend beschrieben werden.

Das Blatt Niederschlag enthält die OKM-Modelldaten nach **LORENZ & SKODA (2002)**. Sie liegen österreichweit vor und können vom Hydrografischen Zentralbüro angefordert werden. In Kapitel 4.2 wurde deren Generierung bereits erläutert. **Nach Eingabe der u und w Werte wird das Niederschlagsintensitätsdiagramm selbstständig erzeugt** (Abbildung 24). Die

Eingabe der Einzugsgebietsfläche des Gebietes ist wichtig, denn darauf erfolgt eine Reduzierung der Niederschlagsintensität. Im Gegensatz dazu hat die Höhe einen rein informativen Charakter. Nach Eingabe einer bestimmten Jährlichkeit zur Berechnung ändern sich die Intensitätswerte selbstständig und erzeugen ein neues Diagramm.

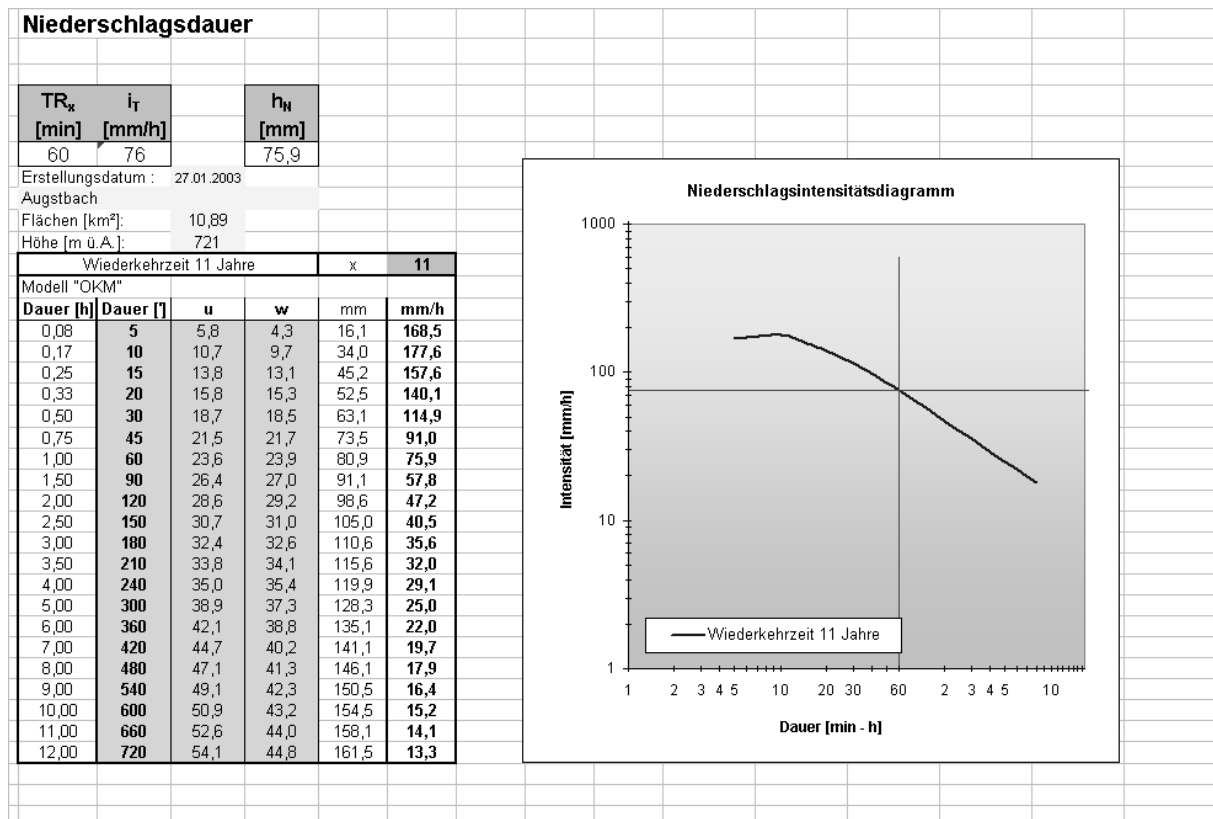


Abbildung 24: ZEMOKOST Arbeitsblatt Niederschlag, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

Das Blatt für das Gerinne (Abbildung 25) enthält die **Gliederung und Gerinnelängen der Teileinzugsgebiete**, die **mittlere Neigung und Sohlbreite (b)** sowie den **Böschungswinkel (α)** und **Energieverlustkoeffizient (k)** (siehe Anhang 9.4). Der Basisabfluss kann bei der Feldbegehung gemessen oder geschätzt und für weitere Teileinzugsgebiete berechnet oder auf 0 gesetzt werden.

Parameter für den Abfluss im Gerinne							
	Basisabfluss [m³/s]:			0,0			
	Gerinne						
	TEZG	Länge	Neig-abs	Neig°	b	α	k
		[m]			[m]	[°]	[m ^{1/3} /s]
	Gesamt	1013	0,17	10	1,3	45	12
1	122222	725	0,04	2	1,0	45	10
2	122221	948	0,26	15	1,0	45	10
3	12223	1054	0,25	14	1,0	45	13
4	12222	536	0,02	1	2,0	45	15
5	12221	1884	0,23	13	1,0	45	10
6	1224	901	0,27	15	1,0	45	10
7	1223	1544	0,36	20	1,0	45	10
8	1222	362	0,02	1	2,0	45	15
9	1221	1319	0,23	13	1,0	45	10
10	123	707	0,36	20	1,0	45	10
11	122	1029	0,06	3	2,0	45	15
12	121	1210	0,22	12	1,0	45	10
13	13	466	0,23	13	1,0	45	10
14	12	1477	0,03	2	2,0	45	15
15	11	1426	0,12	7	1,0	45	10
16	1	617	0,01	1	2,0	45	14
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

Abbildung 25: ZEMOKOST Arbeitsblatt Topo G, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

Im nächsten Blatt (Abbildung 26) sind Teileinzugsparameter und Parameter für den gerinnelosen, oberirdischen Fließweg einzugeben. **Gliederung, Fläche der Teileinzugsgebiete, durchschnittlicher oberirdischer Fließweg, durchschnittliche Neigung und optional Niederschlagsverteilung beziehungsweise Retention.** Mit den

letzten beiden Optionen kann man einzelne Teileinzugsgebiete weniger bis gar nicht berechnen lassen. Bei großen, langgestreckten Gebieten kann somit eine Schauerzelle (z. B. Durchmesser~5km) nur für einen Teil der Fläche simuliert werden. Bei Vorkommen eines Schotterkörpers im Gerinne kann man mit der Funktion Retention eine Reduzierung des Abflusses durch Versickerung bewirken.

Sehr wichtig ist die hierarchische Gliederung der Teileinzugsgebiete. Dieses Flussordnungskonzept wird in Kapitel 3.1 erläutert. In ZEMOKOST können aufgrund der Berechnungskapazität von EXCEL maximal 27 Teileinzugsgebiete berechnet werden.

Parameter für den gerinnelosen, oberflächlichen Abfluss									
			Gerinnelos			NS-	Retention		
	TEZG	Fläche	Länge	Neig-abs	Neig°	Verteilung	Drossel		
		[km ²]	[m]			[%]	[m ³ /s]		
	Gesamt	10,89	354	0,38	21				
1	122222	1,28	679	0,28	16	100			
2	122221	0,20	105	0,35	19	100			
3	12223	0,26	177	0,40	22	100			
4	12222	0,42	591	0,29	16	100			
5	12221	0,87	290	0,44	24	100			
6	1224	0,34	264	0,47	25	100			
7	1223	0,46	187	0,48	26	100			
8	1222	0,05	85	0,23	13	100			
9	1221	0,87	357	0,42	23	100			
10	123	0,48	318	0,46	25	100			
11	122	1,87	775	0,45	24	100			
12	121	0,53	270	0,37	20	100			
13	13	0,42	404	0,49	26	100			
14	12	1,61	607	0,48	25	100			
15	11	1,09	354	0,31	17	100			
16	1	0,16	195	0,19	11	100			
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									

Abbildung 26: ZEMOKOST Arbeitsblatt Topo OA, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

Flächenanteile der Teileinzugsgebiete an Abflussbeiwertklassen AK für Starkregen											
	Systemzustandsindex SZI (± 6 min):	0									
	AKL ($\Psi\%$)	0 (0)	1 (0-10)	2 (10-30)	3 (30-50)	4 (50-75)	5 (75-100)	6 (100)			
	Rechenwert	0,001	5	20	40	62,5	87,5	100			
	IA [min]		25	20	15	10	7	6			
									A	$\Psi\emptyset$	$\emptyset\Psi_{ns}$
1	122222		22,511	87,334	8,53		9,397		128	0,24	0,22
2	122221			17,3			2,209		20	0,28	0,26
3	12223			26,239					26	0,20	0,18
4	12222			37,669			4,058		42	0,27	0,25
5	12221		0,044	70,053		11,978	4,479		87	0,29	0,27
6	1224		13,804	13,216	5,082	1,973			34	0,19	0,18
7	1223		2,589	35,523	5,167	2,512			46	0,24	0,22
8	1222			1,326	2,395		0,346		4	0,38	0,35
9	1221		37,418	7,416	4,26	33,294	5,002		87	0,35	0,33
10	123		40,374	4,663		3,457			48	0,11	0,09
11	122		114,828	1,859	6,615	58,899	4,739		187	0,27	0,25
12	121		52,763						53	0,05	0,04
13	13		23,867		2,011	16,241			42	0,29	0,27
14	12		116,614	0,218	19,243	24,728			161	0,18	0,16
15	11		106,52		2,537	0,001			109	0,06	0,05
16	1				3,492	12,043			16	0,57	0,56
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
	Summe	0	531	303	59	165	30	0	1089	0,22	

Abbildung 27: ZEMOKOST Arbeitsblatt Fläche AK, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

Das Blatt Fläche AK (Abbildung 27) dient der **Eingabe der Abflussbeiwerte**. Diese werden als **Flächenanteile [ha]** den Abflussbeiwertklassen (0-6) zugeordnet. Die Einteilung der Klassen erfolgt nach der Geländeanleitung von MARKART et al. (2004) und wird in Kapitel 5.1 ausführlich besprochen. Analog dazu erfolgt die Bestimmung und die anschließende Einteilung der **Oberflächenrauigkeitswerte im Blatt Fläche c** (Abbildung 28). Dabei bedeutet A die Summe der Teileinzugsgebiete in ha und c der ermittelte Oberflächenrauigkeitswert.

Flächenanteile der Teileinzugsgebiete an Oberflächen-Rauhigkeitswerten c									
RKL	1	2	3	4	5	6			
c	0-0,02	0,02-0,04	0,04-0,06	0,06-0,08	0,08-0,10	0,10-0,12			
Rechenwert	0,010	0,030	0,050	0,070	0,090	0,110			
Qualität	sehr glatt	ziemlich glatt	etwas glatt	etwas rau	ziemlich rau	sehr rau			
							A	c	
1	122222		9	119			128	0,049	
2	122221			20			20	0,050	
3	12223			26			26	0,050	
4	12222			42			42	0,050	
5	12221		45	42			87	0,040	
6	1224	2	5	27			34	0,045	
7	1223	3	5	38			46	0,046	
8	1222		2	2			4	0,038	
9	1221	11	30	46			87	0,038	
10	123	3		45			48	0,047	
11	122	10	7	135	36		187	0,051	
12	121			53			53	0,050	
13	13	2	16	24			42	0,040	
14	12	12	32	117			161	0,043	
15	11	0	3	107			109	0,050	
16	1	12	4				16	0,015	
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
Summe	53,7	157,7	841,9	35,6	0,0	0,0	1073	0,046	

Abbildung 28: ZEMOKOST Arbeitsblatt Fläche c, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

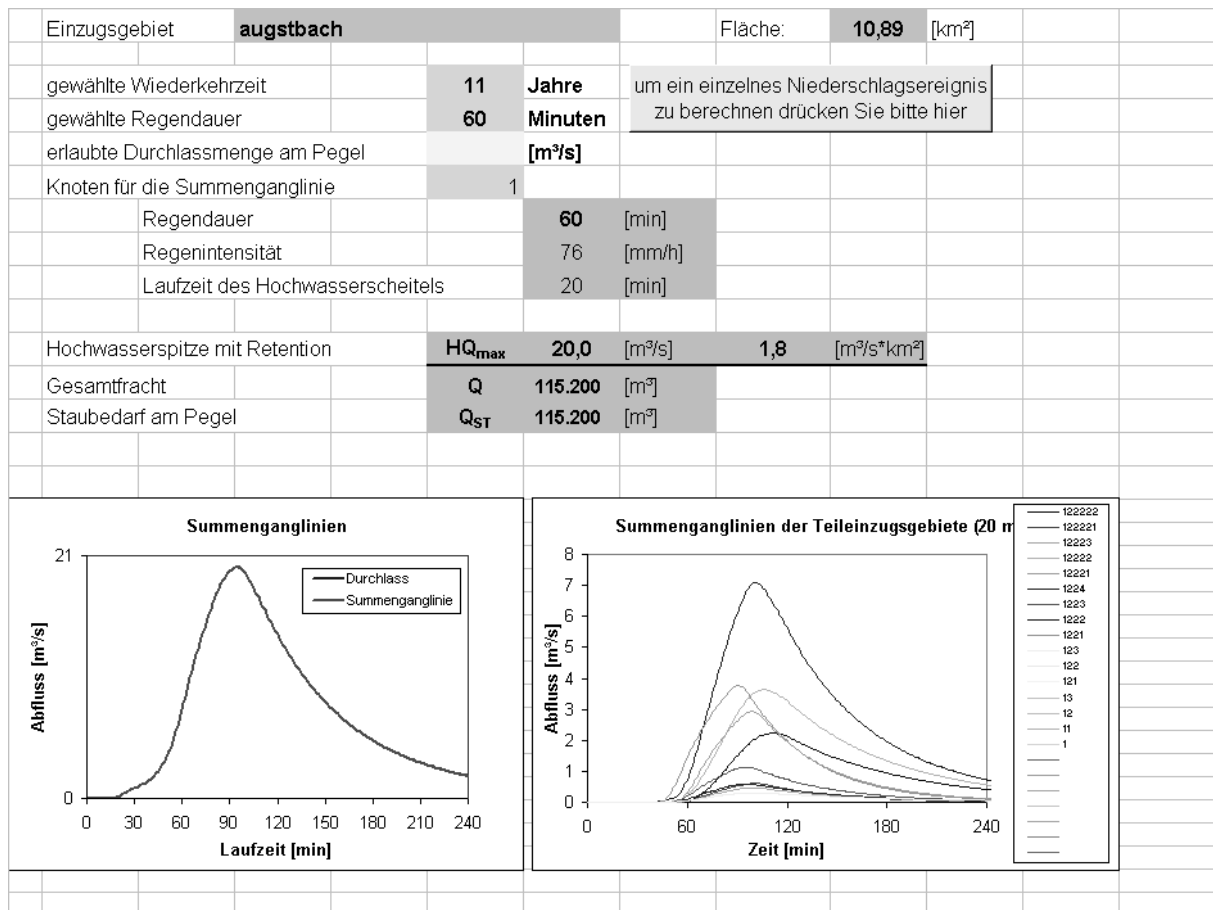


Abbildung 29: ZEMOKOST Arbeitsblatt einzel NS, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

Die Berechnung eines einzelnen Niederschlagsereignisses erfolgt nach Eingabe einer **Wiederkehrzeit und Regendauer**. In der Version ZEMOKOST 5b lässt sich die Hochwasserspitze für jedes beliebige Teileinzugsgebiet berechnen. Das Blatt zeigt weiters die **Regenintensität, die Laufzeit des Hochwasserscheitels, die Hochwasserspitze und die Gesamtfracht** (Abbildung 29). Grafisch dargestellt werden die Summenganglinien der Teileinzugsgebiete und des gesamten Gebietes. Das Blatt Bemessung (Abbildung 30) ermittelt für **eine gewählte Wiederkehrzeit die Hochwasserspitze**. Weiters werden Regendauer, Regenintensität und Laufzeit des Hochwassers berechnet sowie das Niederschlagshochwasserdiagramm grafisch dargestellt.

Die weiteren Arbeitsblätter Oberflächen- und Gerinneabfluss dienen der Berechnung und zur Plausibilitätsprüfung.

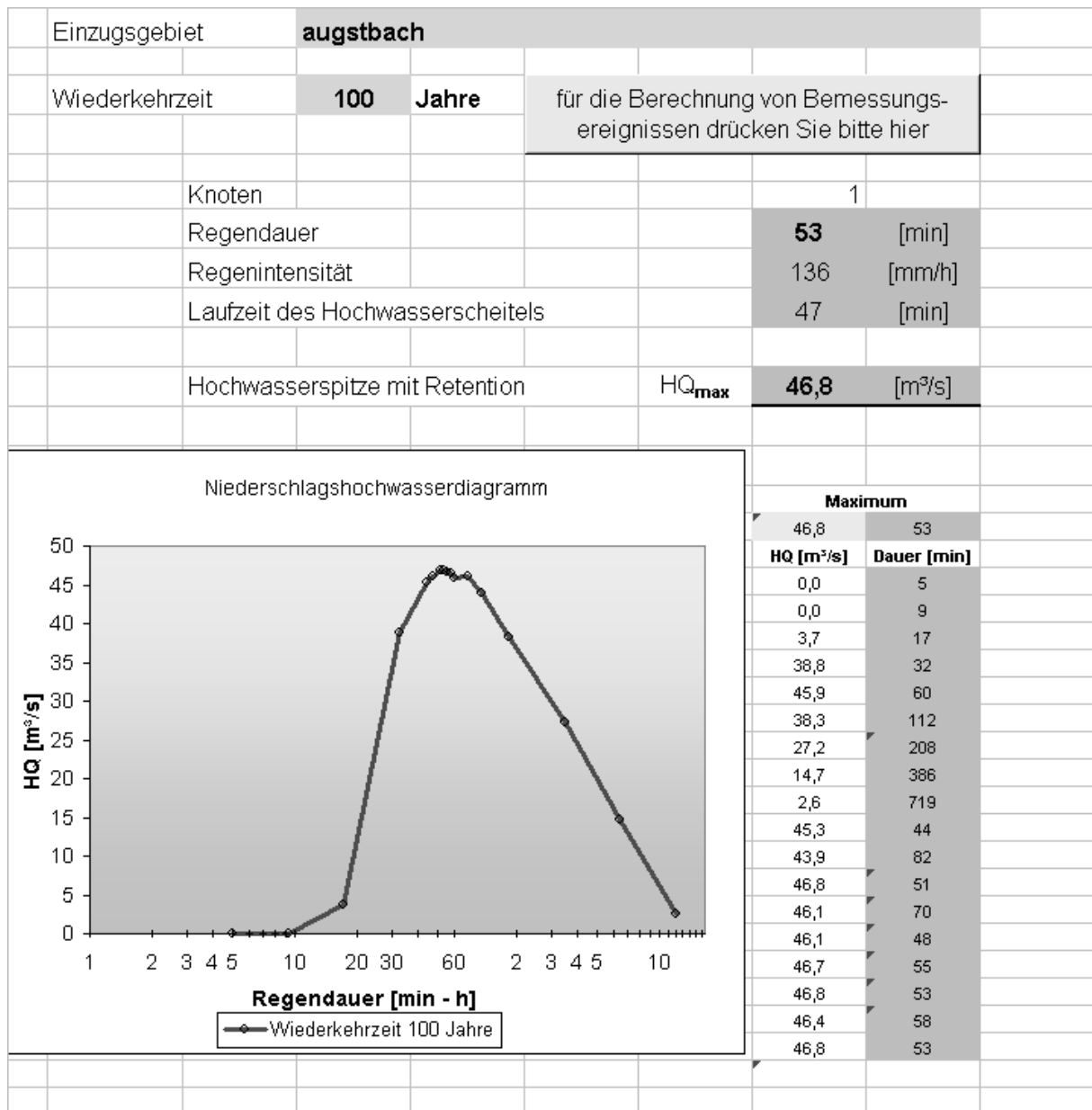


Abbildung 30: ZEMOKOST Arbeitsblatt Bemessung, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

Abflußfrachten-Summen der Teileinzugsgebiete und des gesamten Einzugsgebietes

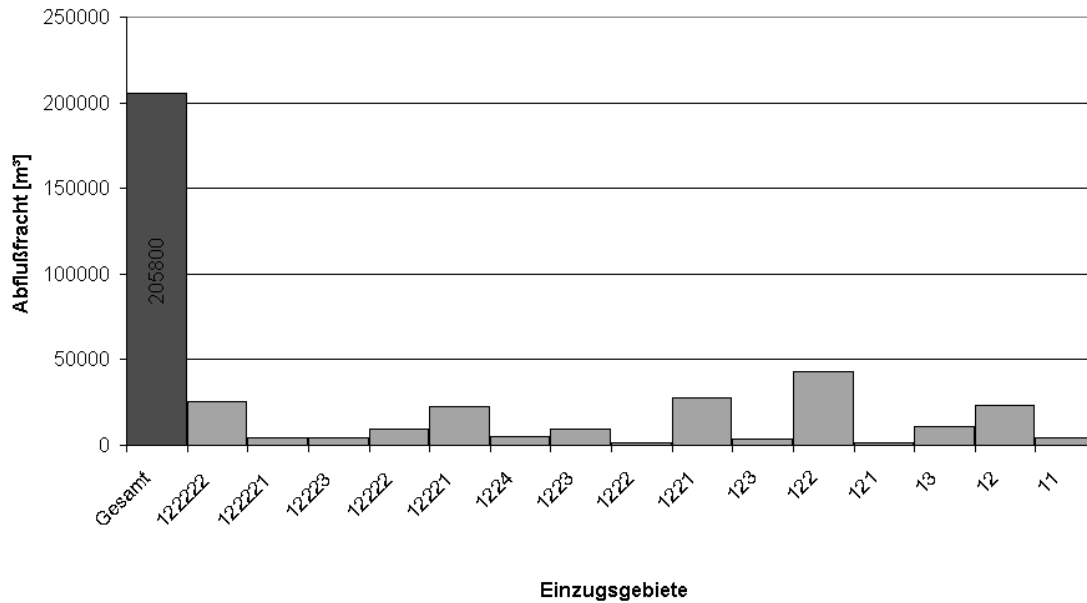


Abbildung 31: ZEMOKOST Arbeitsblatt Frachten, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

In den Blättern der Visualisierung werden die Abflussfrachten (Abbildung 31) und Ganglinien (Abbildung 32) der Teileinzugsgebiete sowie des gesamten Gebietes grafisch dargestellt.

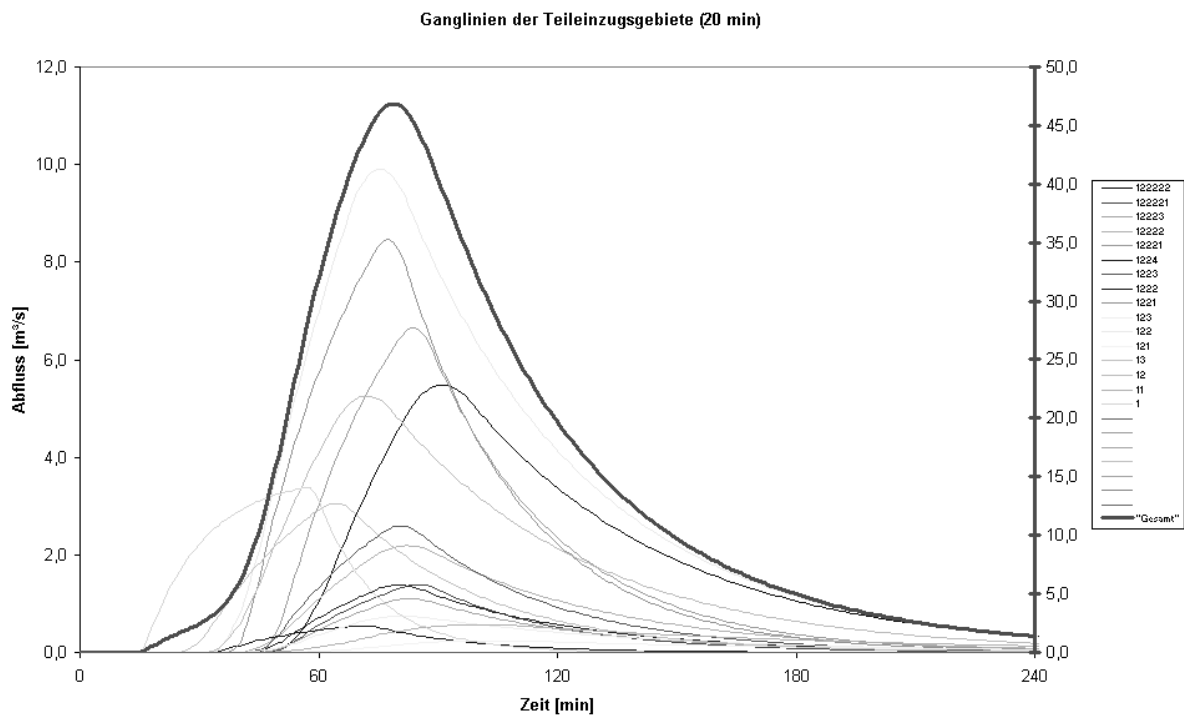


Abbildung 32: ZEMOKOST Arbeitsblatt TEZG_GL, Quelle: KOHL & STEPANEK (2005)

5. Die Kartierungsarbeit

Die für die Bestimmung der Abflussbeiwerte notwendige Geländearbeit in den Untersuchungsgebieten erfolgte in der Zeit von Ende April bis Mitte Mai 2007. Diese richtet sich nach der provisorischen Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes auf alpinen Boden- und Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (MARKART et al., 2004). Darin sind die Ergebnisse von annähernd 700 Starkregensimulationen zusammengefasst und bieten dem Anwender praktische Beispiele zur Anschätzung des Abflussbeiwertes und der Oberflächenrauigkeit.

Die grobe Abgrenzung der Vegetationseinheiten erfolgte dabei nach HARTL et al. (2001), zitiert nach MARKART et al. (2004) in:

- Pioniervegetation – Rohböden
- Rasenvegetation – Mähwiesen
- Zwergstrauchheiden
- Buschgesellschaften
- Hochstaudenfluren
- Wälder
- Planien

sowie weiteren Untergruppen.

Zur Erleichterung der Geländearbeit befindet sich in der Anleitung eine Auswahl von Zeigerpflanzen, anhand derer die durchschnittliche Bodenfeuchte bzw. Aussagen zum Bodenwasserhaushalt abgeleitet werden und die ein Indikator für eine gewisse Abflussbeiwertklasse sind.

Die Definition der **Abflussbeiwerte** und der **Oberflächenrauigkeit** erfolgt nach MARKART et al. (2004)

Die Abflussverhältnisse der meisten alpinen Standorte unterliegen in Abhängigkeit von variablen Randbedingungen (saisonale Schwankungen der Bodenfeuchte, Bioturbation, Verlauf der Vegetationsentwicklung, Art und Intensität der Bewirtschaftung) starken Schwankungen. Die Angabe von **Abflussbeiwerten** ist daher nur in Form von Bandbreiten

sinnvoll. Für die Geländeanleitung wurde ein System mit 7 Abflussbeiwertklassen erstellt (Tabelle 3).

In die Abflussbeiwertklasse (AKL) 0 fallen jene Flächen, die keinen Oberflächenabfluss liefern. Beispiel dafür wären zum Beispiel grobblockige Schutthalden größerer Ausdehnung. Auf Standorten mit Zwergstrauchheiden oder Hochwaldbeständen mit dichtem Zwergstrauchunterwuchs auf lockerem Untergrund und ohne regelmäßige hohe Vorbefeuchtung ist die Bereitschaft zur flächigen Abflussbildung gering. Solche Einheiten sind der AKL 1 zuzuordnen. Hier lässt sich das Verhalten meist gut einschätzen, daher ist diese Klasse auch enger gefasst (0-10%).

Mit zunehmender Abflussbereitschaft lassen sich die Einheiten nicht mehr so deutlich eingrenzen. Beispielsweise sind sehr pfleglich bewirtschaftete Mähwiesen in die AKL 2 einzuordnen. Bereits geringe Zusatzbelastungen, wie mechanische Beanspruchungen, bewirken einen weiteren Anstieg des Abflusspotenzials. Mit zunehmendem Nutzungsgrad (Skipisten, Planien, Weiderasen etc.) und auf sehr bindigen Böden steigt die Abflussneigung. Solche Flächen lassen sich nicht sehr eng abgrenzen, daher wurden die AKL 4 und 5 in Relation zu den AKL 1-3 weiter gefasst (Tabelle 3).

Annähernd vollständiger Abfluss des Niederschlages an der Oberfläche ist auf stehenden Gewässern, zuvor schon wassergesättigten Flächen (z.B. Niedermoore, Quellenmoore) und versiegelten, dichten Standorten zu erwarten (AKL 6). Die Farbgebung der Abflussbeiwertklassen erfolgt abgestuft nach dem Ampelprinzip.

Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
0	0
1	>0-10
2	11-30
3	31-50
4	51-75
5	>75
6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)

Tabelle 3: Abflussbeiwertklassen, Quelle: MARKART ET AL. 2004

Analog zum k-Wert in der Strickler Gleichung (Formel 5, Kapitel 4.1) ist ein Koeffizient eingeführt worden, der die Abflusseigenschaften der Bodenoberfläche beschreibt. Ähnlich der Abflussbeiwertschätzung wird auch bei der Bestimmung der **Oberflächenrauigkeit (c)** von einer sehr groben Einteilung nach dem Vegetationstyp ausgegangen. Dabei wird für die Dauer eines Regenereignisses die Rauigkeit als konstant angenommen.

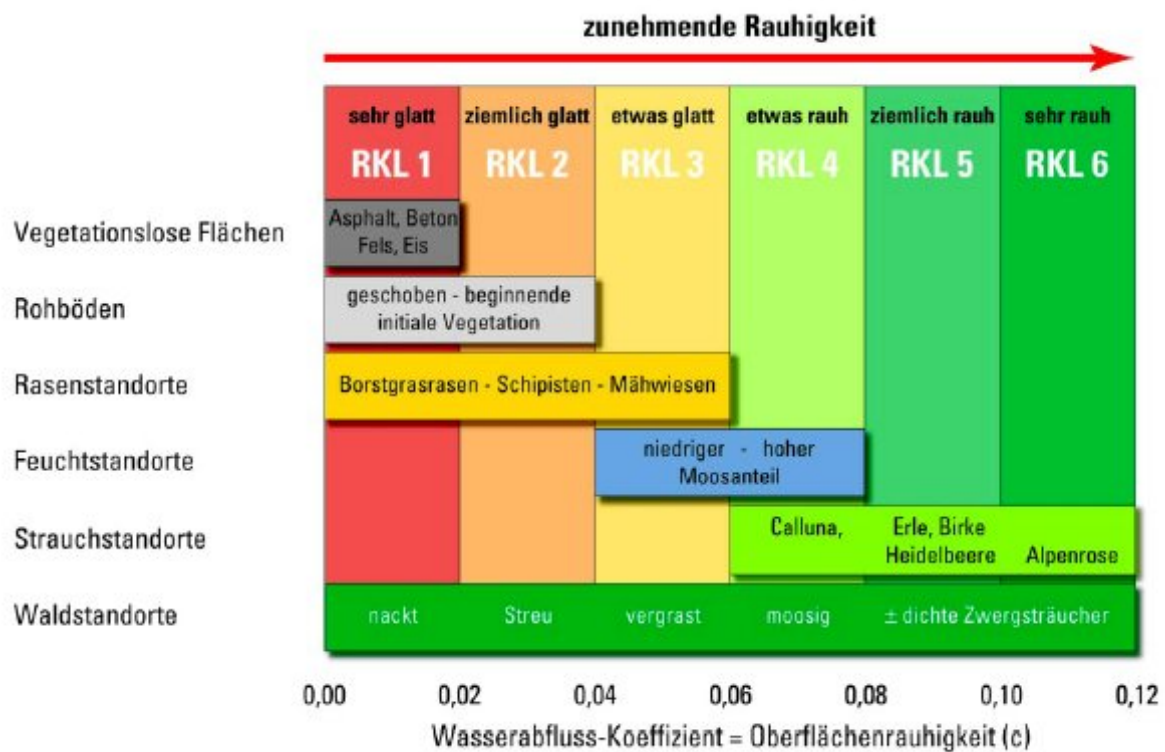


Abbildung 33: Rauigkeitsklassen nach unterschiedlichen Oberflächen – und Vegetationstypen

Quelle: MARKART et al. 2004

Mithilfe der Abbildung 33 lassen sich den verschiedenen Vegetationstypen Rauigkeitsklassen zuordnen. Dabei können sechs verschiedenen Vegetationsformen ebenso viele Klassen zugeordnet werden.

Da eine Beschreibung aller getätigten Kartierungsarbeiten in den Untersuchungsgebieten den Rahmen dieser Diplomarbeit überschreitet und vermehrt Wiederholungen mit sich bringen würde, wird diese am Beispiel des Augstbaches beschrieben. Dabei soll sowohl der zeitliche als auch finanzielle Aspekt zur Geltung kommen.

Bevor man im Gelände Abflussbeiwerte und Rauigkeitswerte abschätzen kann, ist es notwendig, einige Datengrundlagen zu organisieren und sich vorab mit der Geländeanleitung vertraut zu machen. Die zur Verfügung gestandenen Datensätze und deren Eigenschaften

wurden teilweise schon in Kapitel 3.2 beschrieben und dienen als Grundlage zur groben Einschätzung der Vegetation.

Die größere Anzahl der Landnutzungsklassen beim Datensatz von Seger (20) gegenüber dem Corine Land Cover Datensatz (8) erleichtert natürlich die Geländearbeit, kann sie jedoch nicht ersetzen.

Die Datengrundlagen für die Kartierungsarbeiten im Gelände waren:

- Geländeanleitung zur Abschätzung von Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklassen
- ÖK 50 des jeweiligen Untersuchungsgebietes
- Datensätze (CLC oder Seger Datensatz)
- Pflanzenführer zur Identifizierung vorkommender Indikatorpflanzen

STICHMANN & STICHMANN-MARNY (1999)

Zusätzlich wurde vor Ort mit einer Digitalkamera die jeweilige Vegetationsform aufgenommen, damit eine Zuordnung zu einer Abflussbeiwert- bzw. Rauigkeitsklasse zu einem späteren Zeitpunkt noch möglich ist.

5.1 Die Kartierungsarbeit am Beispiel des Augstbaches

Abbildung 34 zeigt das Einzugsgebiet des Augstbaches, rot markiert ist die zurückgelegte Wegstrecke und anhand der 26 Standpunkte soll die Kartierungsarbeit im Folgenden beschrieben werden. In der Abbildung ersichtlich ist die gute infrastrukturelle Erschließung des Gebietes durch Straßen, Fahrwege und Fußwege. Dies erleichtert natürlich die Arbeit, da man sich entlang dieser leichter fortbewegen kann als in unwegsamem Gelände. Jeder Standort des Einzugsgebietes ist entweder erreichbar oder zumindest gut einsehbar. In diesem Fall kann man mit dem Corine Land Cover Datensatz die Kartierung durchführen. Im Gegensatz dazu hat der Datensatz von Seger bei einem hochalpinen, schlecht erschlossenen Gebiet (z. B. Untertalbach) den Vorteil, dass die größere Anzahl der Landnutzungsklassen eine Zuordnung zu einem bestimmten Abflussbeiwert erleichtert.

Ein nicht unwesentlicher Vorteil bei den Kartierungsarbeiten war die gute Erschließung durch Fahrwege in den einzelnen Untersuchungsgebieten aufgrund forstwirtschaftlicher Tätigkeiten. Dadurch konnte die Bearbeitungszeit pro Gebiet schneller vonstatten gehen. Wenn sich die Fahrwege jedoch in Privatbesitz befinden, ist der Vorteil durch deren Existenz verschwindend und man ist gezwungen, die Wegstrecken zu Fuß zurückzulegen. Im Einzugsgebiet des

Augstbaches betrug die Weglänge während der Kartierungsarbeit rund 16 km, wobei 6 km mit dem Auto zurückgelegt werden konnten. Die Dauer der Kartierungsarbeit hängt von der Größe des Einzugsgebietes, der Erreichbarkeit der zu bestimmenden Standorte und von der Erfahrung des Anwenders im Umgang mit der provisorischen Geländeanleitung ab und kann mit 1 bis 2 Tagen angegeben werden.

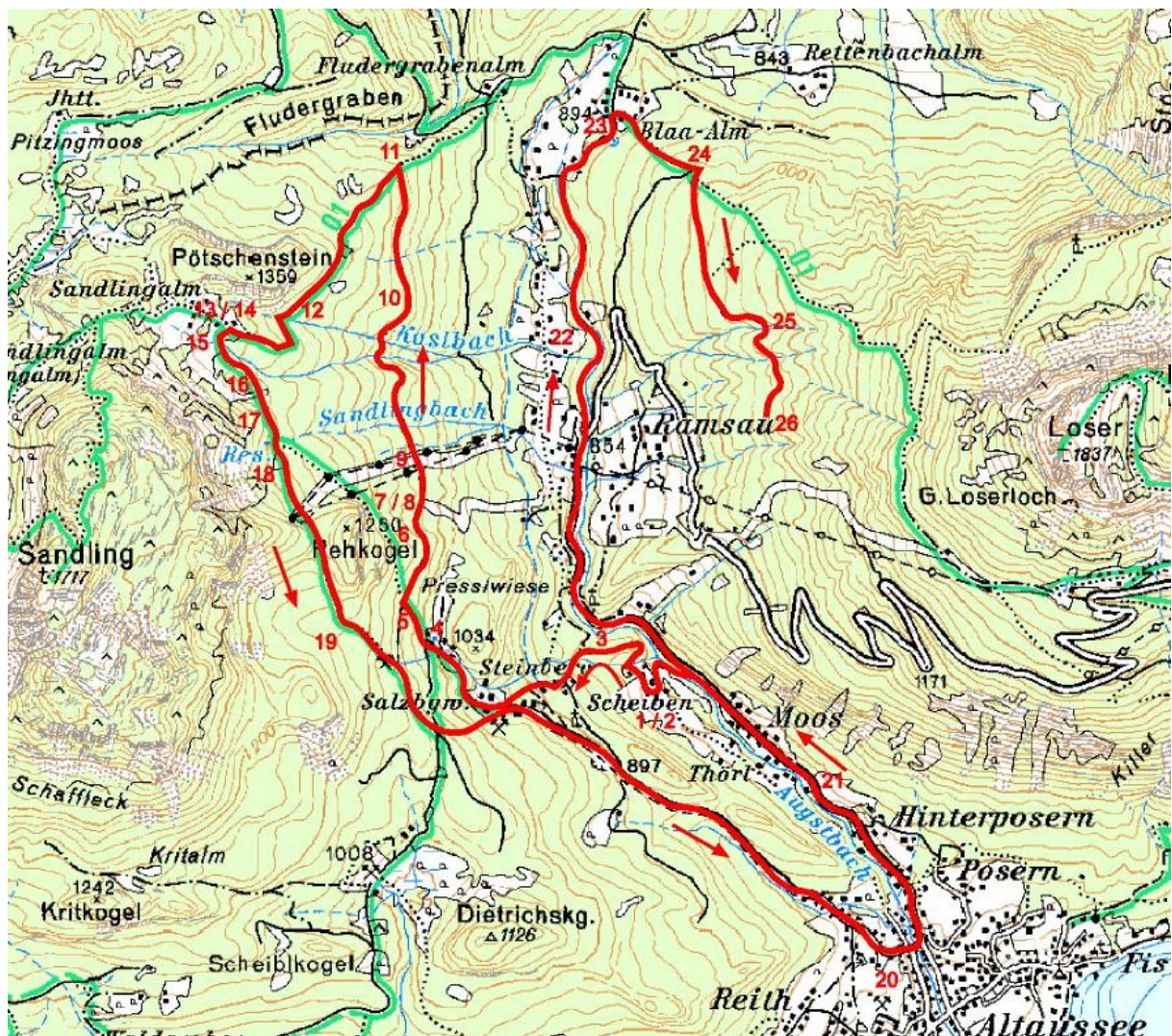


Abbildung 34: Einzugsgebiet des Augstbaches, Quelle: AMAP

Die Kartierungsarbeit im Einzugsgebiet des Augstbaches fand am 16. Mai 2007 statt, wobei die Witterung an diesem Tag sehr abwechslungsreich war. Nach morgendlichem Regen, verbunden mit kühlen Temperaturen, stellte sich im Laufe des Tages eine deutliche Verbesserung ein.

Die grobe Einschätzung der vorhandenen Vegetation erfolgte mithilfe der beiden bereits erwähnten Datensätze. Ziel während der Kartierungsarbeit war das Aufsuchen jeder Vegetationseinheit, zumindest einmal im Gelände, um diese vor Ort zu veri- oder zu falsifizieren, bei Bedarf zu korrigieren und im Anschluss nach der Geländearbeit von MARKART et al., 2004 einer Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklasse zuzuordnen.

Aus diesem Grund wurde anhand der ÖK 50 eine Wegstrecke gewählt, die das Untersuchungsgebiet weiträumig abdeckt.

Ausgangspunkt der Kartierungsarbeit war die Häusergruppe des Weiler Scheiben und die angrenzende Fläche (Abbildung 35), die nach dem Datensatz von Seger als Grünland deklariert ist.



Abbildung 35: Standpunkt 1, Grünland bei Scheiben, 16. Mai 2007. Foto Stöffler, BR SW

Im Projekt ETALP sind alle 81 Landnutzungsklassen des Seger Datensatzes als Bandbreiten der Abflussbeiwertklassen [AKL] dargestellt. Die erste zu beurteilende Vegetationseinheit kann die AKL 1,2 oder 3 annehmen. Mit der provisorischen Geländeanleitung lässt sich diese Auswahl begrenzen. Dabei unterscheidet man den Boden, die Nutzung und eventuelle Besonderheiten sowie Feuchte-Zeigerwerte. In diesem Fall war die Bodenstruktur locker, auf der Fläche war keine Weidetätigkeit feststellbar und sie war pfleglich bewirtschaftet. Daher erfolgte eine Zuordnung der als Grünland ausgewiesenen Fläche zur AKL 3. In der Geländeanleitung befindet sich als Unterstützung eine Auswahl von Zeigerpflanzen, die die Zuordnung zu einer Abflussbeiwertklasse erleichtern. Diese Angaben basieren auf

Felderfahrungen und Auswertungen von SCHAUER (2002), zitiert nach MARKART et al.(2004). Am Standpunkt 1 wurde der *kriechende Hahnenfuss* (*Ranunculus repens*) als Zeigerpflanze angetroffen (Abbildung 36). Diese Indikatorpflanze befindet sich auf feuchten Wiesen und Rasen und unterstützt die erste Annahme der **Abflussbeiwertklasse 3**.



Abbildung 36: Standpunkt 2, Zeigerpflanze *kriechender Hahnenfuss* (*Ranunculus repens*), 16. Mai 2007, Foto Stöffler BR W

Dem Fußweg Richtung NW folgend befand sich mit einem Mischwald (Abbildung 37) die nächste Vegetationseinheit. Der Boden, des von Laubböhlzern dominierten Waldes, war sehr fein und locker und hatte, wie in der Abbildung gut erkenntlich, eine flächendeckende Laubstreuauflage mit einem vereinzelt Vorkommen einer Bodenvegetation (*Farne*). Daher wurde dieser Abschnitt der **Abflussbeiwertklasse 1** zugeordnet.



Abbildung 37: Standpunkt 3, Mischwald mit Laubstreuauflage, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR S



Abbildung 38: Standpunkt 4, Presslwiese, 16. Mai 2007, Foto Stöffler BR NNE

Am Standpunkt 4 befindet sich die nördlich des ehemaligen Salzbergwerkes gelegene Presslwiese (Abbildung 38), die im Seger Datensatz als alpine Rasenfläche ausgewiesen ist. Diese pfleglich bewirtschaftete Wiese hat keine Weidefunktion, jedoch erfolgt ein periodisches Befahren mit schwerem Gerät. All diese Faktoren bewirkten daher eine Zuordnung zur **Abflussbeiwertklasse 3**.

Der Fußweg weiter Richtung N führte zur nächsten Vegetationseinheit, die wiederum als Mischwald jedoch mit einer Dominanz von Nadelhölzern ausgewiesen war (Abbildung 39).



Abbildung 39: Standpunkt 5, Mischwald mit Laubstreuauflage, 16. Mai 2007, Foto Stöffler BR S

Dieser Wald hat ebenfalls eine flächendeckende Laubstreuauflage in Verbindung mit einem vereinzelt Auftreten einer Bodenvegetation. Daher erfolgte, wie bei Standpunkt 3, eine

Zuordnung dieser Fläche zur **Abflussbeiwertklasse 1**. Auffallend in Abbildung 39 ist die Ausbildung des Säbelwuchses der Bäume, welcher Indikator für eine lang andauernde, mächtige Schneedecke ist.



Abbildung 40: Standpunkt 6: Blick auf Häusergruppe Ramsau, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E

Vom Standpunkt 6 aus mit Blickrichtung E sind 5 relevante Vegetationseinheiten erkennbar (Abbildung 40). Im oberen Bereich der Misch- und Nadelwald, links der Siedlungssplitter des Ortsteiles Ramsau, vom rechten oberen Bildrand kommend die Waldschneise der Skipiste mit Liftstützen und die freie Rasenfläche. Dabei erfolgte die Zuordnung der Abflussbeiwertklassen basierend auf der Geländeanleitung wie folgt:

- Mischwald = AKL 1
- Nadelwald = AKL 2
- Siedlungssplitter und Skipiste = AKL 4
- Rasenfläche = AKL 3



Abbildung 41: Standpunkt 7, frisch angelegte Piste, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W

Die touristische Nutzung im Einzugsgebiet des Augstbaches wurde bereits erwähnt. Der Wintertourismus, dabei vor allem Skipisten, hinterlassen in der Natur deutliche Spuren. Das eher kleine Skigebiet in der Gemeinde Altaussee wurde im Frühling 2007 durch eine zusätzliche Abfahrt erweitert. Abbildung 41 zeigt die neu angelegte Trasse mit dem frisch gesäten Rasen im Vordergrund. Der Vormittag des 16. Mai war geprägt von Regenschauern von kurzer Dauer, jedoch mit großen Intensitäten. Abbildung 42 zeigt die Auswirkungen einer Rodung auf den Oberflächenabfluss. Unmittelbar nach einem Regenereignis stellte sich in dem gebildeten Kleingerinnenetz ein Abfluss ein (rote Pfeile). Daher wurde diese Vegetationseinheit der **Abflussbeiwertklasse 5** zugeordnet.



Abbildung 42: Standpunkt 8, Oberflächenabfluss nach Regen, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W

Nur wenige Meter dem Fußweg folgend befand sich eine weitere, schon ältere Skipiste (Abbildung 43), die im Gegensatz zur frisch angelegten Planie aufgrund der vorhandenen Bodenvegetation nicht unmittelbar mit oberflächlichem Abfluss auf das Regenereignis reagierte. Aufgrund des kompakten Bodens, der beobachteten Akkumulation von Totmasse und der Bildung von Rasenfilz wurde diese Vegetationseinheit der **Abflussbeiwertklasse 4** zugeordnet.



Abbildung 43: Standpunkt 9, ältere Piste, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W

Nach Queren von Sandling- und Kaslbach wurde eine weitere Vegetationseinheit am Standpunkt 10 angetroffen. In der nach dem Datensatz von Seger als Nadelwald deklarierten Vegetationseinheit war die Fichte die dominierende Baumart, verbunden mit einer Krautschicht und vereinzelt Zwergsträuchern (Abbildung 44). Durch den aufgelockerten Bestand und den eher groben Bodens erfolgte eine Zuteilung zur **Abflussbeiwertklasse 2**.



Abbildung 44: Standpunkt 10, Nadelwald mit Krautschicht, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W

Diese Fichtenmonokultur setzte sich entlang des Weges Richtung N bis zum Standpunkt 11 (Abbildung 45) fort, wobei der Waldboden abwechselnd von einer trockenen Moderauflage, Zwergsträuchern oder einer teilweisen Vergrasung gekennzeichnet war.



Abbildung 45: Standpunkt 11, Fichtenmonokultur, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E

Von nun an ging es zurück Richtung SW, an der Sandlingalm vorbei, zum ehemaligen Salzbergwerk. Nach wenigen hundert Metern durchquerte der Fußweg einen Mischwald, der von Felsen durchsetzt war (Abbildung 46). Durch das Abbruchmaterial vom Pötschenstein kann dieser Bereich, mit Klassifizierungsmethoden der Fernerkundung, als eigenständige Fläche identifiziert werden. Im Projekt ETALP wird diese der **Abflussbeiwertklasse 3** zugeordnet.



Abbildung 46: Standpunkt 12, felsdurchsetzter Nadelwald, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR WNW

Die nächste zu untersuchende Vegetationseinheit befand sich im Bereich der Sandlingalm (Abbildung 47). Die durch alpine Rasen und Matten beschriebene Fläche war durch eine pflegliche Bewirtschaftung gekennzeichnet, wies typische Züge einer Almwirtschaft auf (Zuhuben, Viehtritte etc.) und wurde deshalb der **Abflussbeiwertklasse 3** zugeordnet. Das vereinzelte Auftreten der *Trollblume* (*Trollius europaeus*) (Abbildung 48), die auf frischen Wiesen, Nasswiesen und Mooren anzutreffen ist, unterstützte diese Entscheidung.



Abbildung 47: Standpunkt 13, Sandlingalm, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W



**Abbildung 48: Standpunkt 14, Zeigerpflanze *Trollblume* (*Trollius europaeus*), 16. Mai 2007
Foto Stöffler, BR W**

An Standpunkt 15 sind die verschiedenen Vegetationseinheiten am NE-hang des Sandlings zu erkennen (Abbildung 49). Im Corine Land Cover Datensatz ist diese Fläche als Mischwald definiert. Dagegen erfolgt beim Datensatz von Seger eine genauere Differenzierung in:

- Misch- und Laubwald, felsdurchsetzt (A) = **AKL 2**
- Krummholz mit alpinen Rasen (B) = **AKL 2**
- alpine Rasen in Mengung mit Felsformation (C) = **AKL 3**
- flächige Krummholzbestände (D) = **AKL 4**

Die Abbildungen 17 und 18 auf Seite 29 veranschaulichen diesen Unterschied. Trotzdem ist eine Einteilung in verschiedene Abflussbeiwertklassen aufgrund des guten Überblicks möglich. Die oben erwähnten Vegetationseinheiten wurden den **Abflussbeiwertklassen 2, 3 und 4** zugeteilt.



**Abbildung 49: Standpunkt 15, verschiedene Vegetationseinheiten am Nordhang des Sandlings
16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR S**

Der Standpunkt von der Sandlingalm ermöglichte auch einen guten Blick auf dem sich östlich gelegenen Loser. In Abbildung 50 ist der verschneite, felsige Gipfel, dessen Westhang mit Fichtenmonokulturen, die Liftrasse und Skipiste deutlich zu sehen. Dadurch erhält man einen ersten Überblick der zum Oberflächenabfluss beitragenden Flächen, jedoch ist bei dieser Entfernung eine Abschätzung der Abflussbeiwertklassen nicht möglich.



Abbildung 50: Standpunkt 16, Blick auf Loser, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E



Abbildung 51: Standpunkt 17, Mischwald mit Viehritten, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E

Der Fußweg zurück zum Salzbergwerk war an diesem Tag, aufgrund der vorangegangenen Regenfälle, durchnässt und nur mit Problemen passierbar. Zusätzlich waren in diesem Mischwald vermehrt Viehtritte zu beobachten (in Abbildung 51 unten). Daraus könnte man schließen, daß dieser Bereich des Waldes auch als Weidefläche dient und sich dadurch, aufgrund einer verstärkten Bodenverdichtung, die Oberflächenabflussneigung erhöht. (z.B. von AKL 1 auf AKL 3). Jedoch waren in diesem Fall die Viehtritte nur linear entlang des

Fußweges anzutreffen und somit bleibt die Abflussbeiwertklasse für diesen Abschnitt, wie ursprünglich angenommen, bei 1.

Die Ostflanke des Sandlings (Abbildung 52) hat einen ähnlichen Charakter wie der zuvor beschriebene NE-hang Richtung Sandlingalm. Der Datensatz von Seger unterscheidet die betrachtete Fläche in:

- Mischwald, Laubwald dominant (A) = **AKL 1**
- alpine Rasen in Mengung mit Felsformation (B) = **AKL 3**
- Felsgelände und Geröllhalden (C) = **AKL 4**
- flächige Krummholzbestände (D) = **AKL 4**

Ähnlich den Abbildungen 49 und 52 befinden sich in der Geländearbeit von MARKART et al. (2004) einige Illustrationen, die dem Anwender anfangs die Zuordnung der verschiedenen Vegetationseinheiten zu Abflussbeiwertklassen erleichtern. Mit Fortdauer der Kartierungsarbeiten eignet man sich vermehrt die Fähigkeit an, verschiedene Vegetationstypen schneller und präziser zu definieren.



Abbildung 52: Standpunkt 18, Ostflanke des Sandlings, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W

Die in obiger Abbildung bestimmten Vegetationseinheiten wurden den **Abflussbeiwertklassen 1, 3 und 4 zugeordnet.**



Abbildung 53: Standpunkt 19, Mischwald, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E

Da der Fußweg zurück zum Salzbergwerk ungefähr 200 Höhenmeter oberhalb des Hinweges lag, erfolgte eine zweite Überprüfung des Mischwaldes (Abbildung 53) um zu sehen, ob sich die Dominanz der Laubhölzer zugunsten der Nadelhölzer geändert hat. Durch diesen Höhenunterschied könnte eine trockene Moderauflage eine flächendeckende Laubstreuauflage ersetzen. Dieser Waldabschnitt mit seinem aufgelockerten Bestand, der Bodenvegetation und dem Feinboden wies jedoch keine gravierenden Unterschiede zum Standpunkt 3 auf und wurde daher ebenfalls der **Abflussbeiwertklasse 1** zugeordnet.



Abbildung 54: Standpunkt 20, Rasenfläche mit Felsformation mit Loser im Hintergrund
16. Mai 2007, Photo Stöffler, BR NNE

Der weitere Verlauf der Kartierungsarbeit führte nun zurück in das Dorf Altaussee und im Anschluss an den Weilern Posern, Hinterposern und Moos vorbei, dem Verlauf der Straße folgend, Richtung Nordwesten. Die in Abbildung 54 markierte Fläche ist im Datensatz von Seger als Rasenfläche in Mengung mit Felsformationen und Lockermaterial ausgewiesen. Diese Vegetationseinheit ist in Abbildung 49 ebenfalls dargestellt, jedoch mit einer Dominanz der Rasenfläche gegenüber den Felsformationen. Der Vergleich beider Abbildungen soll die Notwendigkeit der Geländearbeit verdeutlichen. Auch wenn beide Flächen laut den Ausgangsdaten ident sind, gibt es bei näherer Betrachtung gravierende Unterschiede.



Abbildung 55: Standpunkt 21, Häusergruppe von Moos, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR NNW

Ein weiterer Vorteil des Datensatzes von Seger gegenüber dem Corine Land Cover-Datensatz besteht darin, dass der Siedlungsraum (Abbildung 55) in den Landnutzungsklassen genauer differenziert wird. Durch die meist dichte Verbauung und den damit verbundenen hohen Versiegelungsgrad tragen diese Flächen wesentlich zum Oberflächenabfluss bei und sind in den meisten Fällen den **Abflussbeiwertklassen 4 und 5** zuzuordnen.

Vor Erreichen der Blaa-Alm Alm an der nördlichen Grenze des Einzugsgebietes waren die am Talboden als alpinen Rasen und Matten ausgewiesenen Vegetationseinheiten einer Abflussbeiwertklasse zuzuordnen. Abbildung 56 zeigt einen Teil dieser Mähwiesen mit einer pfleglichen Bewirtschaftung, jedoch keiner Weidefunktion. Durch den sehr feuchten und weichen Boden mit teilweiser Vernässung erfolgte eine Zuordnung zur **Abflussbeiwertklasse 3**. Da diese Flächen jedoch nur eine geringe Neigung aufweisen, ist deren Oberflächenabfluss in Richtung Vorfluter vernachlässigbar.



**Abbildung 56: Standpunkt 22, Talboden des Einzugsgebietes mit Pötschenstein im Hintergrund
16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR NW**

Die Wiesen und Weiden entlang des Talbodens sind durch eine starke Vernässung gekennzeichnet. Im westlichen Bereich der Blaa-Alm (Abbildung 57) ist ein Niedermoor ausgebildet. Es besitzt einen Feinboden verbunden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz. Häufig anzutreffende Zeigerpflanzen an solchen Standorten, die zur **Abflussbeiwertklasse 5** zu zählen sind, sind zum Beispiel *Flutterbinsen* (*Juncus effusus*), *Braunseggen* (*Carex nigra*) und *Sumpfkraatzdiesteln* (*Cirsium palustre*).



Abbildung 57: Standpunkt 23, Blaa-Alm Alm mit Niedermoor, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR WSW

Von nun an geht es in südöstlicher Richtung dem Nordalpenweg entlang Richtung Loser, um die Abflusseigenschaft des dort anzutreffenden Waldes zu untersuchen (Abbildung 58). In diesem Gebiet war die Fichte die dominante Vegetationseinheit. Durch diese Monokulturen war der Boden großflächig mit einer trockenen Moderauflage versehen und es war nur vereinzelt eine Strauch- bzw. Moosschicht feststellbar. Diese Fakten führten zur Einteilung dieses Gebietes zur **Abflussbeiwertklasse 2**.



Abbildung 58: Standpunkt 24, Fichtenwaldmonokultur, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W

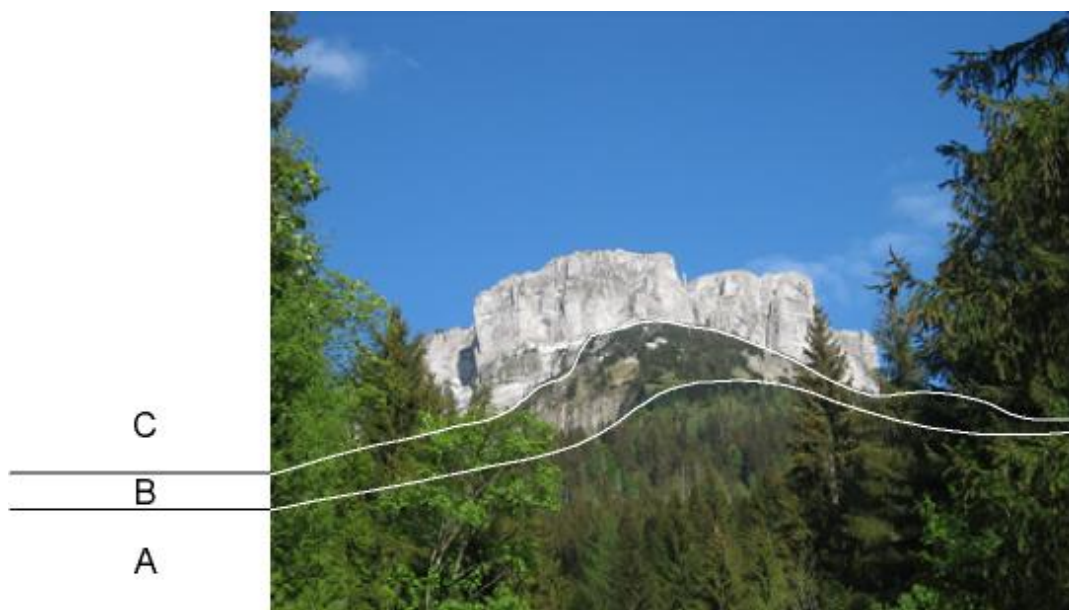


Abbildung 59: Standpunkt 25, Westflanke des Loser, 16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR E

Nachdem im Verlauf des Nachmittages eine deutliche Wetterverbesserung eintrat, war das Massiv des Losers gut einsehbar (Abbildung 59). Der Unterschied der beiden zur Verfügung gestandenen Datensätze wird ein weiteres Mal anhand dieser Abbildung illustriert. Die Definition der verschiedenen Vegetationseinheiten lautet wie folgt:

Datensatz von SEGER

- Nadelwald dominiert (A)
- flächige Krummholzbestände (B)
- Felsgelände (C)

Corine Land Cover Datensatz

- Mischwald (A,B)
- Fels mit spärlicher Vegetation (C)

Die Zuweisung eines Felsgeländes zu einer bestimmten Abflussbeiwertklasse ist von dessen Struktur abhängig. Wenn der Fels mäßig gering geklüftet oder kompakt ist, sowie im anschließenden Unterhang Racheln, Rinnen und Auswaschungen vorkommen, erfolgt eine Zuordnung zur **Abflussbeiwertklasse 5**. Wenn die Felsformationen, wie für Kalkgestein charakteristisch, geklüftet sind, liefert diese Fläche weniger Oberflächenabfluss und wird der **Abflussbeiwertklasse 3-4** zugeteilt.

Zum Abschluss der Kartierungsarbeit erfolgt ein Überblick über die Westseite des Einzugsgebietes mit Sandling und Pötschenstein als markante Erhebungen (Abbildung 60). Zu erkennen sind die sich mit zunehmender Höhe ändernden Vegetationseinheiten Wald, Krummholzbestände und Felsformationen.



**Abbildung 60: Standpunkt 26, Überblick über die westliche Grenze des Einzugsgebietes
16. Mai 2007, Foto Stöffler, BR W**

Mit Fortdauer der Kartierungsarbeiten in den Untersuchungsgebieten ging die Zuweisung der Vegetationsflächen zu bestimmten Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklassen aufgrund des wiederholten Gebrauchs der Geländeanleitung und des zusätzlichen Pflanzenführers schneller und genauer vonstatten. Die ursprünglich 20 ausgewiesenen Vegetationstypen im Datensatz von SEGER wurden nach der Kartierungsarbeit zu 18 verschiedenen Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklassen zusammengefasst (Tabelle 4). Im Gegensatz dazu wurden die 8 verschiedenen Vegetationseinheiten des Corine Land Cover Datensatz auf 15 (Anhang 9.1) erweitert. Dabei ist die Differenz (18 zu 15) auf den ursprünglichen Unterschied der Untergrenze der Erfassung der Vegetationseinheiten (Sege Datensatz – CLC) zurückzuführen (siehe Kapitel 3.2).

Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	offene Bebauung , Wohnfunktion	1
II	Siedlungssplitter , (Weiler, Hausgruppe)	1
III	Betriebsgebiet	1
IV	Grünland , Grob-Boden, auch mit Feinanteil, locker, keine Weide und sonstige Nutzung	3
V	Mähwiesen , Fein-Boden, locker, wechselfeucht, pflegliche Bewirtschaftung	2
VI	Fichtenwald , >50% Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern) Grob-Boden auch mit Feinanteil, locker, Überschirmungsgrad >0.7, Strauchschicht	3
VII	Mischwald, Nadelwald dominant , Fein-Boden, locker, Laubstreuauff Bodenvegetation	2
VIII	Misch- und Laubwald , felsdurchsetzt	2
IX	Mischwald, Laubwald dominant , hohe Bioturbation, Laubstreuaufflage Bodenvegetation	2
X	Moorflächen mit Gehölzbestand	4
XI	Felsgelände , geklüftet, stark geklüftet	1
XII	alpine Rasen mit Felsformation , Grob-Boden, mit Feinanteil, locker, keine Weide	3
XIII	alpine Rasen , Fein-Boden, locker Beweidung	2
XIV	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume), vergast mit freien Felsflächen dazwischen	3
XV	Mähwiesen , Fein-Boden, locker, Herbstweide, periodisches Befahren mit schwerem Gerät	1
XVI	Feuchtwiesen und Niedermoore , Hangwasserzug, Wasserstau	4
XVII	Planie mit Ansaat , Fein-Boden, dicht, Schipiste, Beweidung, Hangwasserzug Vernässung, kaum Retentionsvermögen bei Starkregen, sehr hohe Abflusneigung	1
XVIII	Planie mit Ansaat , Fein-Boden (skelettreich), Weide, Schipiste, Bildung von Rasenfilz Ausbildung eines Kleingerinnenetzes	1

Tabelle 4: Vegetationseinheiten für das Einzugsgebiet des Augstbaches

Tabelle 4 listet die 18 verschiedenen Vegetationseinheiten im Einzugsgebiet des Augstbaches auf. Dabei erfolgt durch die Farbgebung eine Zurordnung zu Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklassen (siehe Tabelle 3 bzw. Abbildung 33). Resultate der Kartierungsarbeiten sind Vegetations- und Abflussbeiwertkarten (Abbildung 61 und 62), wobei in beiden Fällen der Datensatz von SEGER als Grundlage diente.

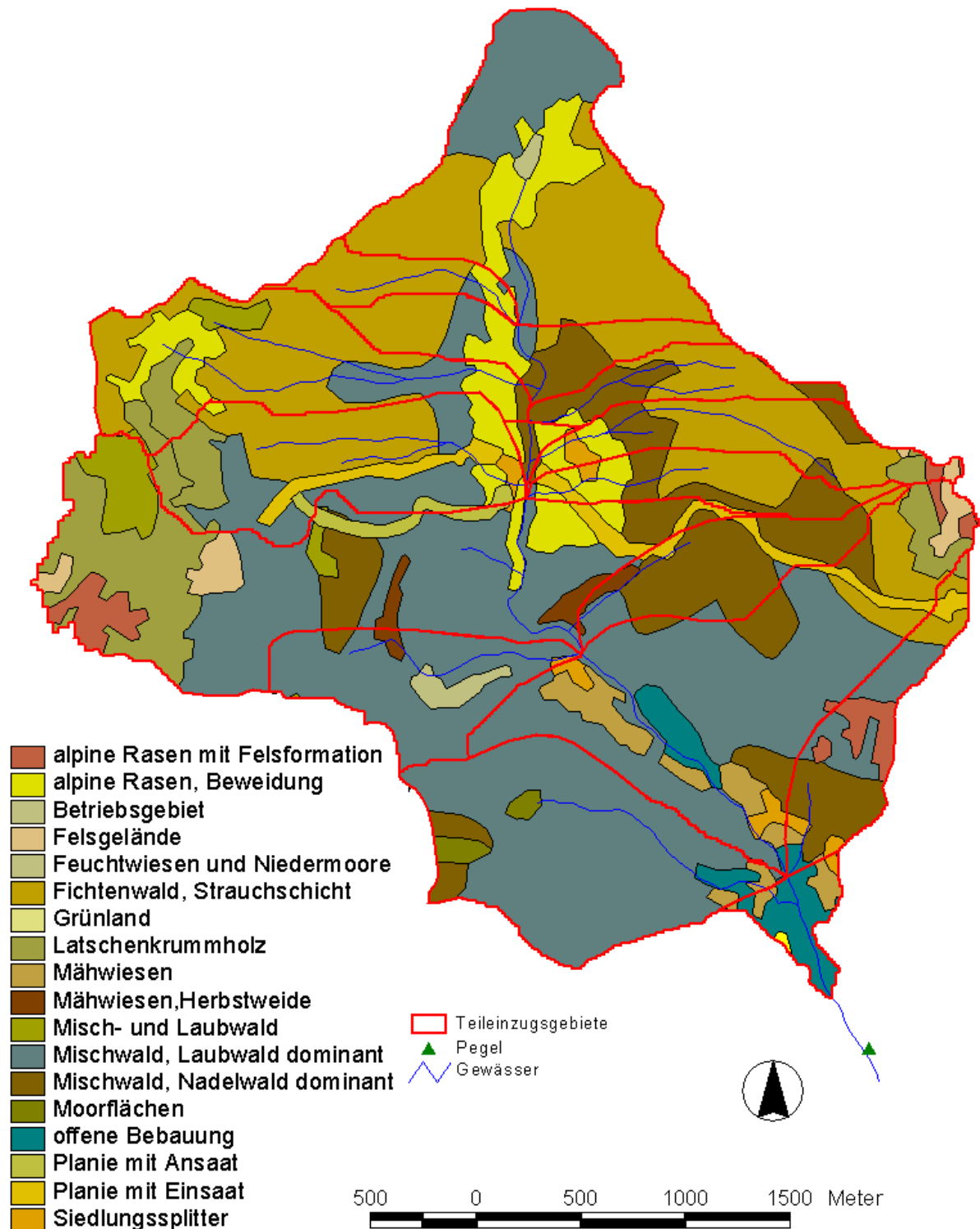


Abbildung 61: Vegetationskarte vom Einzugsgebiet des Augstbaches

Die Vegetations- und Abflussbeiwertkarte basierend auf dem Corine-Land-Cover Datensatz sowie der anderen 5 Einzugsgebiete befinden sich in Anhang 9.1. Die 18 im Gelände definierten Vegetationseinheiten wurden zu 5 Abflussklassen zusammengefasst.

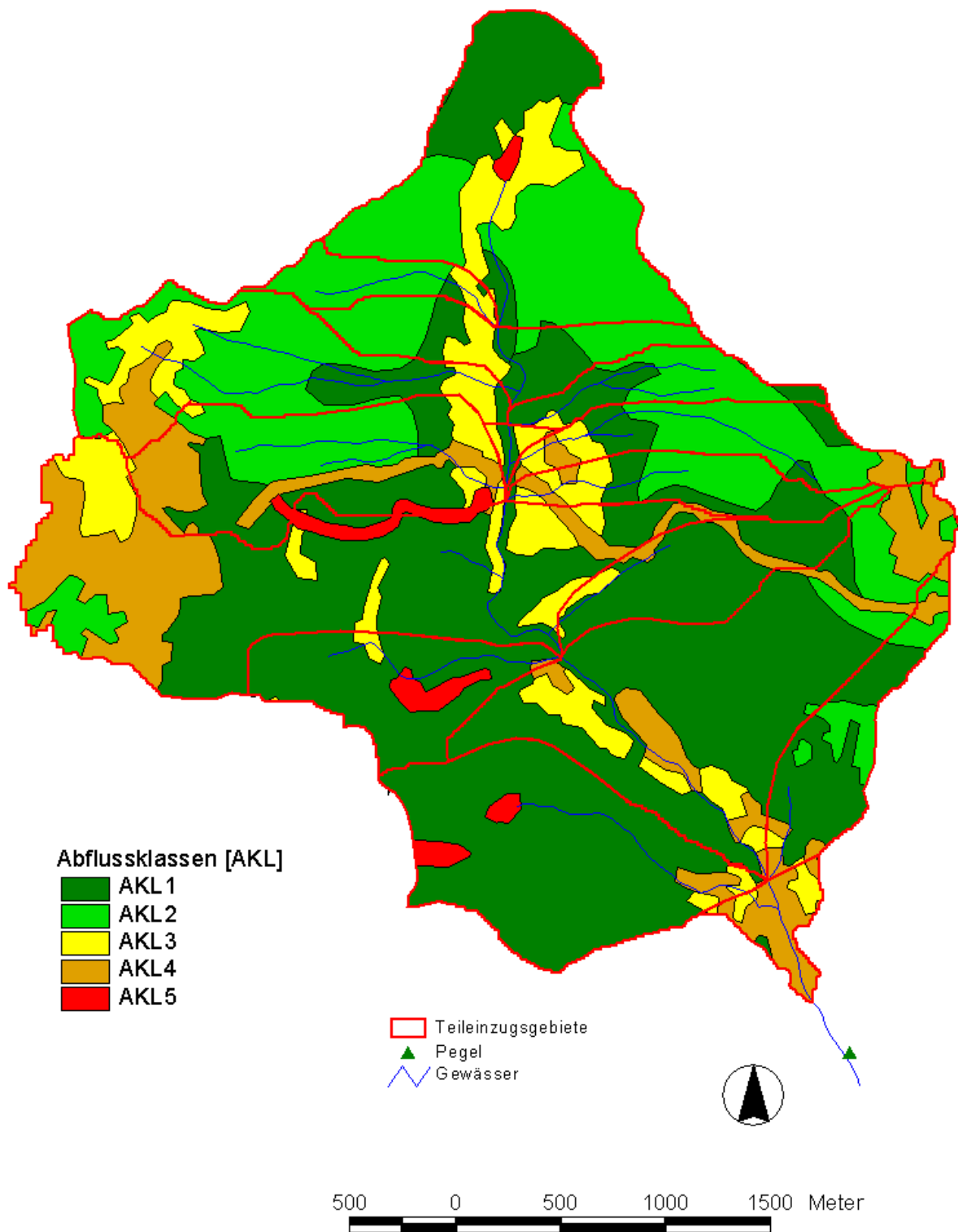


Abbildung 62: Abflussbeiwertkarte vom Einzugsgebiet des Augstbaches

Damit die Berechnung von Hochwasserwerten in ZEMOKOST problemlos vonstatten geht, muss die hierarchische Gliederung der Teileinzugsgebiete eindeutig definiert werden. Das Einzugsgebiet des Augstbaches wurde mithilfe eines digitalen Höhenmodells in 16 Teileinzugsgebiete untergliedert. Dabei wurden, wie in Kapitel 3.1 erläutert, vereinfachte Annahmen der realen Verhältnisse getroffen.

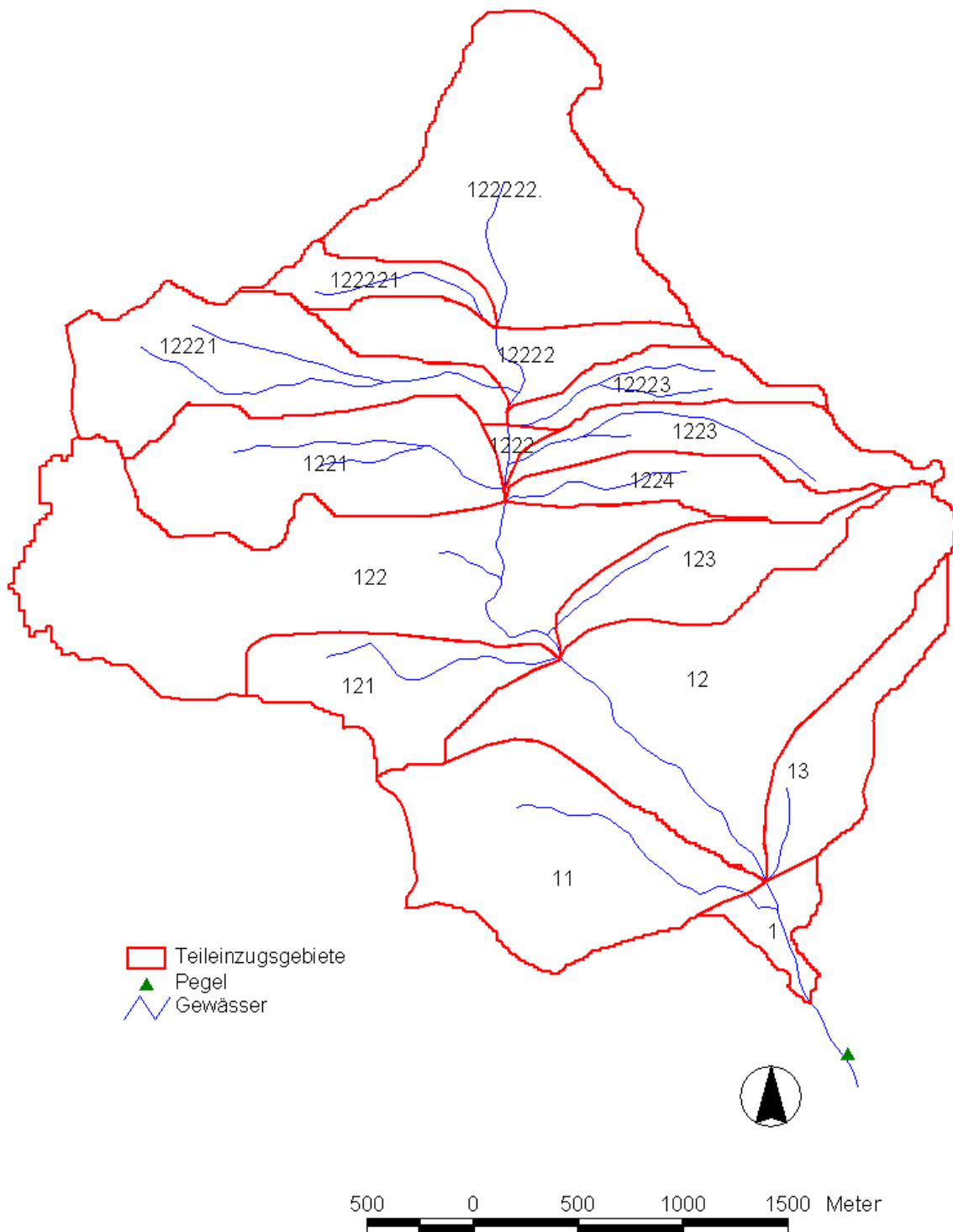


Abbildung 63: Hierachische Gliederung der Teileinzugsgebiete des Augstbaches

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert Rauigkeit	IV	VII	IX	VI	XII	V	VIII	XIII	XV
			3	2	2	3	3	2	2	2	1
1	0,15534		0.345		0.057			3.367			
11	1,09058			5.271	94.589			2.062			
12	1,617			14.300	92.241	13.791	2.050	14.265		0.901	
13	0,42115			13.623	12.532	3.893	6.775	0.674			
121	0,52764			1.102	45.325				0.108		1.210
122	1,86942			16.411	79.526	0.058	8.411		13.747	9.620	5.140
123	0,48489			33.739	8.285	1.083					1.906
1221	0,87349			0.022	28.483	28.669			0.207	6.339	
1222	0,04067			1.763	0.032					2.187	
1223	0,46656			9.568	0.078	26.041	0.862			5.026	
1224	0,34076			12.065	0.238	13.879				5.217	
12221	0,86554			1.029	10.128	46.685			4.446	15.559	
12222	0,4132			9.317	5.574	21.395				5.034	
12223	0,2624			10.969		14.384				0.887	
122221	0,1951				1.147	15.898				2.465	
122222	1,27773			0.367	36.594	71.356				17.834	

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert Rauigkeit	I	II	XIV	XVIII	XI	III	X	XVI	XVII
			1	1	3	1	1	1	4	4	1
1	0,15534		11.280	0.485							
11	1,09058		2.933						4.203		
12	1,617		7.703	3.492	6.939	2.837	3.181				
13	0,42115		1.037	1.422	0.609	1.550					
121	0,52764			0.332				4.687			
122	1,86942			0.114	37.020	4.825	7.331				4.739
123	0,48489				0.019	3.457					
1221	0,87349			1.283	11.836	7.666	0.008				2.836
1222	0,04067			0.085							
1223	0,46656			1.651	2.168	0.348	0.914				
1224	0,34076			0.694	0.010	1.973					
12221	0,86554				8.707						
12222	0,4132										
12223	0,2624										
122221	0,1951										
122222	1,27773									1.622	

Tabelle 5: Teileinzugsgebiete mit Vegetationseinheiten

		Abflussbeiwertklassen					Rauigkeitsklassen			
TEZG	Fläche[ha]	1	2	3	4	5	1	2	3	4
122222	127,773	36,961	71,356	17,834		1,622		54,795	71,356	1,622
122221	19,51	1,147	15,898	2,465				3,612	15,898	
12223	26,24	10,969	14,384	0,887				11,856	14,384	
12222	41,32	14,891	21,395	5,034				19,925	21,395	
12221	86,554	11,157	46,685	20,005	8,707			31,162	55,392	
1224	34,076	12,303	13,879	5,217	2,677		2,667	17,52	13,889	
1223	46,656	9,646	26,903	5,026	5,081		2,913	14,672	29,071	
1222	4,067	1,795		2,187	0,085		0,085	3,982		
1221	87,349	28,505	28,669	6,546	20,793	2,836	11,793	35,051	40,505	
123	48,489	42,024	1,083	1,906	3,476		5,363	42,024	1,102	
122	186,942	95,937	8,469	28,507	49,29	4,739	22,149	119,304	45,489	
121	52,764	46,535		1,318	0,332	4,687	6,229	46,535		
13	42,115	26,155	10,668	0,674	4,618		4,009	26,829	11,277	
12	161,7	106,541	15,841	15,166	24,152		17,213	121,707	22,78	
11	109,058	99,86		2,062	2,933	4,203	2,933	101,922		4,203
1	15,534	0,402		3,367	11,765		11,765	3,424	0,345	

Tabelle 6: Flächenanteile der Teileinzugsgebiete an Abflussbeiwert und Rauigkeit

Nach Erstellung der Vegetations- und Abflussbeiwertkarten und der hierarchischen Gliederung der Teileinzugsgebiete erfolgte mit einem GIS die Berechnung der **Flächenanteile [ha]** der Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklassen für jedes Teileinzugsgebiet (Tabelle 5). Dabei werden durch die römischen Ziffern die Vegetationseinheiten definiert (siehe Tabelle 4) und die Farbgebung dieser entspricht den Abflussbeiwert- und Rauigkeitsklassen. Als letzter Schritt erfolgte eine Addition von Vegetationsflächen gleicher Abfluss- und Rauigkeitsklassen für jedes Teileinzugsgebiet. Tabelle 6 zeigt die für das Einzugsgebiet des Augstbaches definierten fünf Abflussbeiwert- und vier Rauigkeitsklassen. In dieser engültigen Form (hierarchische Gliederung, Flächenanteile in Hektar) können die ermittelten Werte für die Berechnung von Hochwasserwerten in die ZEMOKOST Arbeitsblätter Fläche AK und Fläche c eingegeben werden. Die Produkte der Kartierungsarbeiten (Vegetations- und Abflussbeiwertkarten, Tabellen etc.) in den übrigen fünf Einzugsgebieten befinden sich in Anhang 9.1.

6. Die Ergebnisse

In den vorangegangenen Kapiteln wurde beschrieben, wie alle notwendigen Parameter für das Niederschlags-Abflussmodul ZEMOKOST berechnet, erarbeitet und hergeleitet werden können. Nachdem diese einzelnen Arbeitsschritte für jedes Untersuchungsgebiet getätigt wurden, lassen sich mithilfe des Programms Hochwasserwerte verschiedener Jährlichkeiten berechnen (siehe Tabelle 8).

In Österreich werden dabei laut BMLF (2006) folgende Schutzziele angestrebt:

- HQ₃₀ Untergeordnete Schutzziele
- HQ₁₀₀ Standardschutz
- HQ₁₅₀ Ausbaugrad Wildbach

Diese Arbeit legt ihr Hauptaugenmerk auf das HQ₁₀₀, also jenes Hochwasserereignis, das statistisch gesehen in 100 Jahren einmal auftritt. Bevor man allerdings Hochwasserwerte mit einer Wahrscheinlichkeit dieser langen Zeitspanne berechnet, ist es notwendig, die Qualität der bisher getätigten Arbeit (Modellinputgrößen, Kartierungsarbeit etc.) auf ihre Plausibilität zu überprüfen. Dabei geht man in **unbeobachteten Einzugsgebieten** so vor, dass zunächst ein Ein-Jahres-Niederschlag mit dem Modul berechnet wird, da man sich diesen sowohl vom Regeninput (z.B. 10 mm in 60 min) als auch vom Abflussereignis besser als einen 100 jährlichen vorstellen kann.

Während der Kartierungsarbeiten lässt sich zum Beispiel an Brückenpfeilern oder Gerinnewänden feststellen, ob die aus dem Modell stammende Ein-Jahres-Abflussganglinie auch ungefähr jährlich dort durchfließt. In ZEMOKOST sind außerdem zwei Arbeitsblätter integriert, die der Berechnung und der Plausibilitätsprüfung dienen. Dabei sollten die berechneten **Fließgeschwindigkeiten an der Oberfläche nicht höher als 1 m/s und im Gerinne nicht höher als 6 m/s** sein. Wenn nun dieser Ein-Jahres-Abfluss plausibel erscheint, lässt sich die Modellierung auf ein HQ₁₀₀ ausdehnen. Wenn aber die Ein-Jahres-Abflussganglinie zu hoch ist, sind die zwei wesentlichen Eingangsparameter Niederschlag und Abflussbeiwert zu hinterfragen. Wenn der Niederschlag plausibel ist, so wird man bei der Abflussbeiwertschätzung im Gelände einen Fehler begangen haben und muss einzelne Flächen korrigieren, um zu einem zufriedenstellenden Ergebnis zu kommen. In dieser Arbeit

soll die Eignung von ZEMOKOST zur Abschätzung von Hochwasserwerten in unbeobachteten Einzugsgebieten überprüft werden. Um diese festzustellen wurden Einzugsgebiete gewählt, die schon seit einem längeren Zeitraum über Pegeldata verfügen. Für die sechs Untersuchungsgebiete lagen diese aus den letzten 10 Jahren vor.

	Fläche [km ²]	Pegel [m ³ /s]	Modell [m ³ /s]	Differenz	
				[m ³ /s]	[%]
Augstbach (Seger)	10,9	19,65 12.08.2002	20,2	-0,55	-2,80
Augstbach (CLC)	10,9	19,65 12.08.2002	20	-0,35	-1,78
Dobreinbach (CLC)	26,54	21,59 07.07.2006	21,9	-0,31	-1,44
Pusterwaldbach (CLC)	25,07	5,49 04.08.1998	5,8	-0,31	-5,65
Pöllauprätsbach (CLC)	19,6	11,345 23.07.1997	12,6	-1,255	-11,06
Pöllauprätsbach (Seger)	19,6	11,345 23.07.1997	10,8	0,545	4,80
Gössbach (CLC)	33,92	6,77 24.04.2000	7,4	-0,63	-9,31
Untertalbach (Seger)	62,86	35,89 11.07.2005	33,8	2,09	5,82
Untertalbach (CLC)	62,86	35,89 11.07.2005	35,4	0,49	1,37

Tabelle 7: Unterschied zwischen Pegeldata und modellierten Abflussvolumina

Tabelle 7 zeigt für jedes Einzugsgebiet (in Klammer der verwendete Datensatz) das Datum des höchsten Pegelstandes der letzten 10 Jahre und die mit dem Modell errechneten Werte. Zusätzlich wird die Differenz (absolut und in %) von Modell zu Realität angegeben. Daraus wird ersichtlich, dass die mit ZEMOKOST ermittelten Werte (HQ₁₀) den realen Pegeldata sehr nahe kommen. Der prozentuelle Unterschied reicht von +1,37 (Untertalbach) bis -11,06 (Pöllauprätsbach), wobei Abweichungen von 10 % noch tolerabel sind. Bei der Modellierung von Hochwasserwerten ist es aus Gründen des Risikomanagements jedoch sinnvoller mit dem Modell 10% über als unter dem HQ₁₀ zu liegen. In den Untersuchungsgebieten ist in neun von zehn Fällen die Differenz geringer als 10 % und daher können die Modellergebnisse

als sehr zufriedenstellend eingestuft werden. Da die Fließgeschwindigkeiten an der Oberfläche und im Gerinne die vorgegebenen Grenzwerte nicht überschreiten und die Plausibilitätsprüfung der erhobenen Daten sehr zufriedenstellend verläuft, lassen sich nun ohne weiteres die Hochwasserwerte verschiedener Jährlichkeiten berechnen.

In den sechs Untersuchungsgebieten wurden die Hochwasserwerte der **Jährlichkeiten 100 und 150 Jahre** berechnet. Die Ergebnisse der Modellierung sind in Tabelle 8 dargestellt. Zusätzlich zur Hochwasserspitze werden in ZEMOKOST noch die Regendauer, die Regenintensität, die Laufzeit des Hochwasserscheitels, die Abflussspende und die Gesamtfracht berechnet.

In Einzugsgebieten mit vorhandenen Pegeldaten hat man durch verschiedene extremwertstatistische Verfahren die Möglichkeit Hochwasserspitzen verschiedener Jährlichkeiten zu berechnen. In unbeobachteten Einzugsgebieten verwendete man in der Vergangenheit, wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, empirische Formeln, deren einzige Variable nur die Größe des Einzugsgebietes ist. Dadurch werden die Hochwasserspitzen in den meisten Fällen zu hoch eingeschätzt. Der Unterschied zwischen den mit ZEMOKOST ermittelten Werten und der Formel von WUNDT (1949) ist ebenso in Tabelle 8 ersichtlich und soll durch die nachstehenden prozentuellen Unterschiede verdeutlicht werden.

- **ZEMOKOST Augstbach (Segger - Datensatz) + 27,14 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Augstbach (CLC – Datensatz) + 23,11 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Dobreinbach (CLC) + 89 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Pusterwaldbach (CLC) + 488,64 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Pöllauprätisbach (CLC) + 180,78 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Pöllauprätisbach (Segger) + 215,21 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Gössbach (CLC) + 498,58% = WUNDT**
- **ZEMOKOST Untertalbach (Segger) + 86 % = WUNDT**
- **ZEMOKOST Untertalbach (CLC) + 101,87 % = WUNDT**

Dabei sind die größten Unterschiede in den Einzugsgebieten von Pusterwald- und Gössbach festzustellen, in denen die berechnete HQ_{100} , nach der Formel von WUNDT (1949) beinahe den fünffachen Wert von ZEMOKOST annehmen. Außerdem können, aufgrund der maximalen Bachbreite von 10 Metern in den Einzugsgebieten, diese Hochwasserspitzen a priori als unrealistisch eingestuft werden, wenn man diese mit dem mittleren Abfluss der Mur in Graz mit rund 120 m³/s vergleicht.

	HQ	Regendauer	Regenintensität	Laufzeit (Hochwasserscheitel)	Hochwasserspitze		Gesamtfracht	Wundt
	[a]	[min]	[mm/h]	[min]	[m³/s]	[m³/s*km²]	[m³]	[m³/s]
Augstbach (Seger)	100	67	118	45	45,5	4,2	220200	57,85
	150	53	149	53	52,7	4,8	215400	
Augstbach (CLC)	100	53	136	47	46,8	4,3	205800	57,85
	150	51	152	54	54,3	5	225600	
Dobreinbach (CLC)	100	73	117	52	52	2	337900	98,68
	150	73	127	60	60,1	2,3	378400	
Pusterwaldbach (CLC)	100	76	94	16	16,2	0,6	134300	95,36
	150	76	102	19	18,8	0,7	150100	
Pöllauprätsibach (CLC)	100	73	77	29	29,3	1,5	187300	82,27
	150	70	86	34	33,7	1,7	203200	
Pöllauprätsibach (Seger)	100	76	75	26	26,1	1,3	196000	82,27
	150	73	84	30	30,2	1,5	213200	
Gössbach (CLC)	100	76	98	19	19,1	0,6	165700	114,33
	150	76	107	22	22,2	0,7	185500	
Untertalbach (Seger)	100	73	94	89	89	1,4	652800	165,54
	150	70	105	103	102,9	1,6	711300	
Untertalbach (CLC)	100	73	94	82	82	1,3	500000	165,54
	150	70	105	94	94,1	1,5	544400	

Tabelle 8: Ergebnisse der Modellierung in den einzelnen Untersuchungsgebieten

7. Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren wurde die Bevölkerung vermehrt mit Hochwasserereignissen konfrontiert. Diese von den Medien gerne als Jahrhunderthochwässer bezeichneten Ereignisse, treffen Menschen und die Infrastruktur jedoch in immer kürzeren Abständen. Beispiel dafür sind die Hochwasserereignisse in Österreich an der March im Frühjahr 2002 und 2007, die verheerende Schäden in Milliardenhöhe verursacht haben. Als Konsequenz wurde in den letzten Jahren mehr Geld für die Hochwasservorhersage und den Hochwasserschutz ausgegeben.

Das Lebensministerium und der Verband der Versicherungsunternehmen Österreich starteten daher im Jahr 2002 das Projekt HORA – Hochwasserrisiko zonierung Austria, ein bundesweites Zonierungssystem für Naturkatastrophen mit dem Schwerpunkt Hochwasser. Dieses Projekt ermöglicht auf einer Internetplattform eine Gefahrenabschätzung für das Risiko einer möglichen Überschwemmung entlang von mehr als 25 000 Flusskilometer mittels Adresseingabe.

Dabei können mittels einer digitalen Gefahrenlandkarte einfache und rasche Abrufe einer möglichen Hochwassergefährdung über das Internet erfolgen. (<http://gis.lebensministerium.at/eHORA>)

Hochwasser sind natürliche Ereignisse, die nicht vermeidbar sind. Die katastrophalen Folgen von Hochwasserereignissen entstehen erst durch die Besiedelung von Flächen, die eigentlich der natürlichen Überflutung dienen.

Um Menschen und Infrastruktur besser vor Hochwasserereignissen schützen zu können wurden in letzter Zeit eine Vielzahl von Hochwasservorhersagemodellen entwickelt. Dabei arbeiten Naturwissenschaftler verschiedener Fachrichtungen am gemeinsamen Ziel der besseren Hochwasservorhersage und des effizienteren Hochwasserschutzes. Beispiel dafür ist die internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes. Dabei treffen sich Vertreter der Rheinanliegerstaaten in regelmäßigen Abständen zum Gedankenaustausch, berichten über ihre Erfahrungen und diskutieren zukünftige Forschungsmöglichkeiten.

Durch die ständige Weiterentwicklung von Modellen in den letzten Jahren konnte die Vorhersage von Hochwasserereignissen und ihr zeitlicher Verlauf verbessert werden. Dadurch können für die Menschen und Infrastruktur über einen längeren Zeitraum Präventivmaßnahmen getroffen werden.

In dieser Diplomarbeit wurde ein Niederschlag-Abflussmodul verwendet, welches ständig von den Entwicklern (KOHL & STEPANEK) in Zusammenarbeit mit Praktikern der Wildbach-

und Lawinerverbauung verbessert wird. Von einem dadurch verbesserten Hochwasserschutz profitieren letztendlich Menschen und deren Infrastruktur.

Ziel dieser Arbeit war die Eignung des Moduls in steirischen Einzugsgebieten zu überprüfen. Die Basis der Kartierungsarbeiten in den sechs Einzugsgebieten Augstbach, Untertalbach, Pusterwaldbach, Gössbach, Dobreinbach und Pöllauprätsbach war die Geländeanleitung von MARKART et. al. (2004), die selbst ein Produkt eines interdisziplinären Forschungsteams bestehend aus Biologen, Hydrologen und Geologen ist. Mit dieser Grundlage konnten in den Einzugsgebieten die Abflussbeiwertklassen geschätzt werden. Dabei verlief die Zuteilung einer Vegetationsfläche zu einer bestimmten Abflussklasse mit Fortdauer der Arbeiten im Gelände schneller und präziser. Durch die Unterstützung und Hilfe bei Problemstellungen während dieser Diplomarbeit von Mag. Bernhard KOHL konnten letztendlich sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden.

Da ZEMOKOST ständig weiterentwickelt wird, wäre es für die nächsten Versionen interessant die Inputgröße Niederschlag, die bisher aus den LORENZ & SKODA-Daten generiert wurde, durch tatsächliche im jeweiligen Untersuchungsgebiet registrierten, Regenereignisse zu ersetzen und die Simulation mit diesen durchzuführen.

Das Ziel dieser Diplomarbeit die Eignung des Moduls für beobachtete Einzugsgebiete zu überprüfen kann aufgrund der erzielten Ergebnisse als erreicht angesehen werden und daher steht einer Anwendung des Niederschlag-Abflussmodul ZEMOKOST in unbeobachteten Einzugsgebieten nichts im Weg.

8. Quellenverzeichnis

- BARBEN et. al., 2001: Übersicht über Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen, Erfahrungen aus den Rheinanliegerstaaten. – Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, 218 S.
- BAUMGARTNER, A., LIEBSCHER, H.J., 1990: Allgemeine Hydrologie, Quantitative Hydrologie. – Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin Stuttgart, 673 S.
- BMLF 2003: BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND WASSER-WIRTSCHAFT, 2003: ETALP – Erosion, Transport in alpinen Systemen. – lebensministerium.at, Wien, 109 S.
- BMLF 2007: BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND WASSER-WIRTSCHAFT, 2007: Hydrologischer Atlas Österreich.- lebensministerium.at, Wien
- BMLF 2006: BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND WASSER-WIRTSCHAFT, 2006: Hochwasserschutz in Österreich. – lebensministerium.at, Wien, 44 S.
- DYCK, S., PESCHKE, G., 1995: Grundlagen der Hydrologie. - Verlag für Bauwesen, Berlin, 536 S.
- HAGEN, K., GANAHL, E., 2005: Evaluierung gebräuchlicher Hochwasserformeln für Wildbäche. – BFW – Dokumentation, 43 S.
- KAINZ, H., 2005: Siedlungswasserwirtschaft, Studienblätter. – Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, TU – Graz
- KOHL, B., STEPANEK, L., (2005): ZEMOKOST - neues Programm für die Abschätzung von Hochwasserabflüssen. BFW-Praxisinformation
- KRALL, E., GANGL, G., 2006: Hydrologie und Wasserwirtschaft, Studienblätter. – Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, TU – Graz
- LIEB, G., 1985: Landschaftsgliederung und Standortverhältnisse Steiermark. – Unpubl. Arbeit am Institut für Geographie und Raumforschung, Karl – Franzens - Universität Graz, 95 S.
- LORENZ, P., SKODA, G., 2002: Bemessungsniederschläge auf der Fläche für kurze Dauerstufen ($D < 12$) mit inadäquaten Daten. – Wiener Mitteilungen, Band 164, Wien, 242 S.
- MARKART G., KOHL B., SOTIER B., SCHAUER T., BUNZA G., STERN R., 2004: Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen. – BFW – Dokumentation, 89 S.
- NACHTNEBEL, H.P., 2003: Hydrologie, Studienblätter. – IWHW – Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur Wien, 376 S.

SEGER, M., 2003: Landinformationssystem Österreich, Studienblätter. – Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt

STICHMANN, W., STICHMANN-MARNY, U., 1999: Der neue Kosmos Pflanzenführer. – Franckh - Kosmos Verlags GmbH & Co, Stuttgart, 447 S.

WAKONIGG, H., 1978: Witterung und Klima der Steiermark. – Arbeiten aus dem Institut für Geographie und Raumforschung, Karl – Franzens - Universität Graz, Verlag für die Technische Universität Graz, S. 377-396

ZELLER, J., 1981: Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse, Bericht Nr.126 der Eidgenössischen Forschungsanstalt für das Forstliche Versuchswesen, Birmesdorf, 124 S.

Internetzugriffe zwischen Juli 2006 und September 2007:

Land Steiermark, Digitaler Atlas Steiermark: Klimakarten
<http://www.gis.steiermark.at/>

Umweltbundesamt, Raumordnung: Corine – Flächendeckende Erfassung der Erdnutzung
<http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/raumordnung/flaechenentwicklung/grundlagen/erdbeobachtung/corine/>

Schulatlas Steiermark
<http://www.schulatlas.at>

Hochwasserrisikozonierung Austria
<http://gis.lebensministerium.at/eHORA>

9. Anhang

Anhang 9.1: Die Einzugsgebiete

Augstbach (Einzugsgebietsparameter)

Gerinneparameter				Oberflächenparameter			
TEZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge[m]	Neigung[°]	Neigung (absolut)	Länge[m]	
122222	0,04	30	724,82	15,22	0,2819	678,75	
122221	0,26	251	948,04	18,74	0,3470	104,75	
12223	0,25	265	1054,47	21,76	0,4030	177,02	
12222	0,02	9	535,53	15,89	0,2943	591,29	
12221	0,23	425	1883,86	23,70	0,4389	290,37	
1224	0,27	246	900,98	25,51	0,4724	263,98	
1223	0,36	561	1543,87	26,14	0,4841	187,08	
1222	0,02	6	362,25	12,57	0,2328	85,24	
1221	0,23	300	1318,76	22,54	0,4174	356,77	
123	0,36	254	707,34	24,91	0,4613	317,61	
122	0,06	63	1028,78	24,32	0,4504	774,77	
121	0,22	262	1210,01	20,05	0,3713	269,68	
13	0,23	105	466,30	26,35	0,4880	404,31	
12	0,03	49	1476,63	25,75	0,4769	606,92	
11	0,12	171	1425,58	16,55	0,3065	353,62	
1	0,01	9	616,51	10,12	0,1874	194,80	

Niederschlag			Abflussbeiwertklassen	
Dauer [']	u	w	Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
5	5,8	4,3	0	0
10	10,7	9,7	1	>0-10
15	13,8	13,1	2	11-30
20	15,8	15,3	3	31-50
30	18,7	18,5	4	51-75
45	21,5	21,7	5	>75
60	23,6	23,9	6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)
90	26,4	27		
120	28,6	29,2		
150	30,7	31		
180	32,4	32,6		
210	33,8	34,1		
240	35	35,4		
300	38,9	37,3		
360	42,1	38,8		
420	44,7	40,2		
480	47,1	41,3		
540	49,1	42,3		
600	50,9	43,2		
660	52,6	44		
720	54,1	44,8		

Augstbach (Corine Land Cover – Datensatz)

Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	Mähwiesen , Fein-Boden, locker, wechselfeucht (Hangwasserzug) keine Weide pflégliche Bewirtschaftung	2
II	Laubwälder und Laub-/Nadelmischwälder , Fein-Boden, locker, hohe Bioturbation Laubstreuauflage, Bodenvegetation	3
III	Planie mit Ansaat , Fein-Boden, dicht, Schipiste, Beweidung, Hangwasserzung Vernässung, kaum Retentionsvermögen bei Starkregen, sehr hohe Abflussneigung	1
IV	Planie mit Einsaat , Fein-Boden (skelettreich), Weide, Schipiste, Bildung von Rasenfilz Ausbildung eines Kleingerinnenetzes	1
V	Laubwälder und Laub-/Nadelmischwälder , Fein-Boden, bindig, wecht oft mit Grün und Grauerle	2
VI	Fichtenwald, >50% Fi , (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern), Grob-E anteil, locker, Bestand aufgelockert, Zwergsträucher <50%, vergrast	3
VII	Fichtenwald, >50% Fi , (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern), Grob-E anteil, locker, vergrast	2
VIII	Latschkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume) flachgründig auf Fels, vergrast mit freien Felsflächen dazwischen	3
IX	Latschenkrummholz (im vegetationsbedeckten Bereich oberhalb der Felsen), Grob- Boden, flachgründig auf subanstehendem Fels	5
X	Fichtenwald , Grob-Boden, flachgründig auf subanstehendem Fels, vergrast mit freien Felsflächen	2
XI	alpine Rasen (nicht Bürstling), Beweidung, Schiabfahrt	2
XII	Feuchtwiesen , Fein-Boden, bindig, dicht, hoher Gehalt an organischer Substanz, Hangwasserzug, Wasserstau	3
XIII	Mähwiesen , Fein-Boden, bindig, wechselfeucht, Weide, Trittschäden	2
XIV	Felsgelände , geklüftet, stark geklüftet	1
XV	offene Bebauung	1

Augstbach (Corine Land Cover – Datensatz)

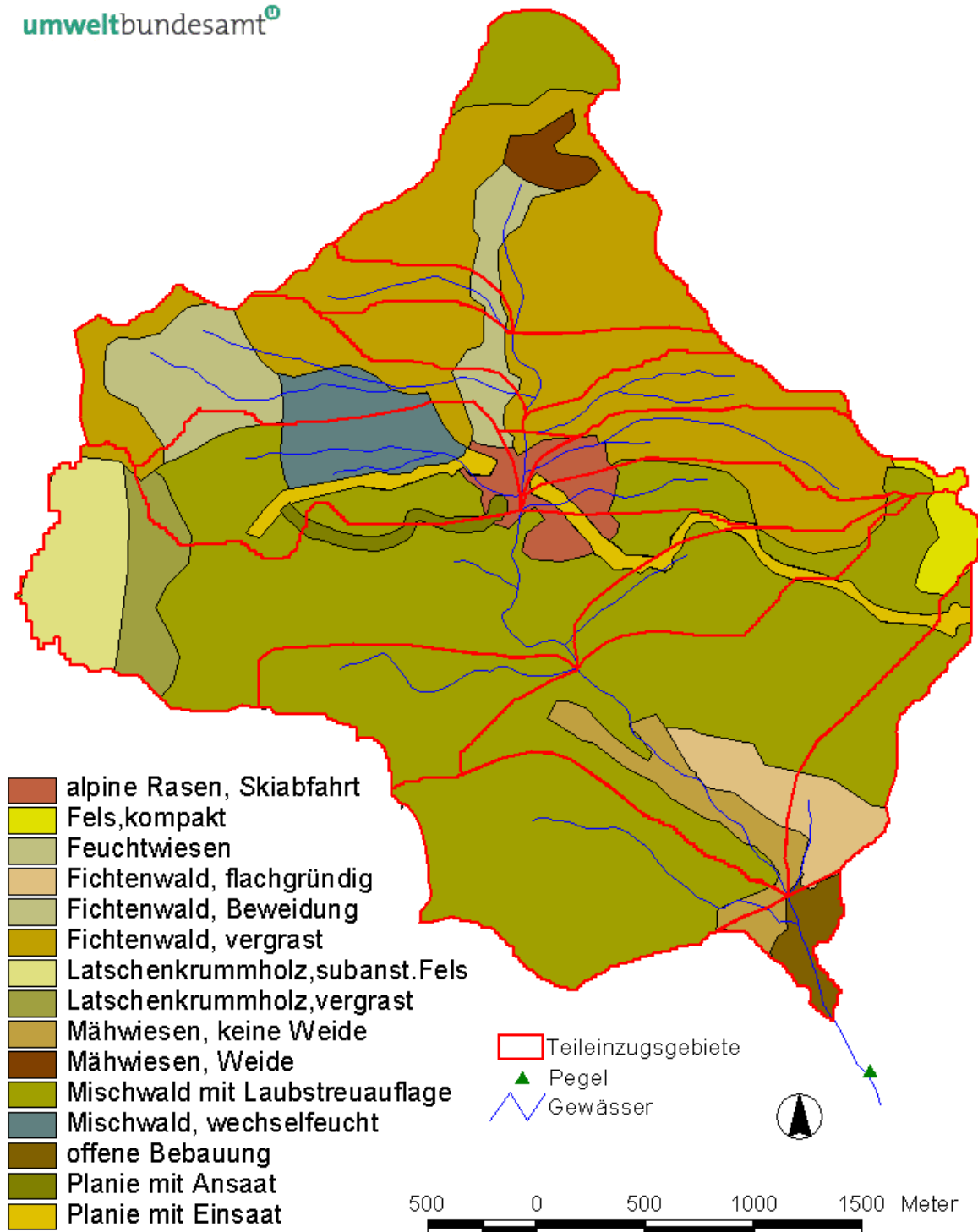
TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwerte Rauigkeit	II	VI	VII	I	XI	XIII	IV	
			3	3	2	2	2	2	1	
1	0,15535					3.492				
11	1,09058		106.520			2.537				
12	1,60803		116.614	0.218		19.243			2.837	
13	0,42119		23.867			2.011			1.550	
121	0,52763		52.763							
122	1,8694		114.828	1.859			6.615		4.825	
123	0,48494		40.374	4.663					3.457	
1221	0,8739		37.418	2.984	4.432		4.260		7.726	
1222	0,04067			1.326			2.395			
1223	0,45791		2.589	35.523			5.167		0.348	
1224	0,34075		13.804	13.216			5.082		1.973	
12221	0,86554		0.044	37.307	32.746					
12222	0,41727			37.669						
12223	0,26239			26.239						
122221	0,19509			17.300						
122222	1,27772		22.511	87.334				8.530		
TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwerte Rauigkeit	V	VIII	IX	XV	X	XIV	XII	III
			2	3	5	1	2	1	3	1
1	0,15535					11.787	0.256			
11	1,09058					0.001				
12	1,60803					0.002	12.734	9.155		
13	0,42119					0.208	14.398	0.085		
121	0,52763									
122	1,8694			18.494	35.580					4.739
123	0,48494									
1221	0,8739		21.791	3.777					2.166	2.836
1222	0,04067								0.346	
1223	0,45791							2.164		
1224	0,34075									
12221	0,86554		11.978						4.479	
12222	0,41727								4.058	
12223	0,26239									
122221	0,19509								2.209	
122222	1,27772								9.397	

Augstbach (Corine Land Cover – Datensatz)

TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen					Rauigkeitsklassen				
		1	2	3	4	5	1	2	3	5	
122222	127,772	22,511	87,334	8,53		9,397		8,53	119,242		
122221	19,509		17,3			2,209			19,509		
12223	26,239		26,239						26,239		
12222	41,727		37,669			4,058			41,727		
12221	86,554	0,044	70,053		11,978	4,479		44,724	41,83		
1224	34,075	13,804	13,216	5,082	1,973		1,973	5,082	27,02		
1223	45,791	2,589	35,523	5,167	2,512		2,512	5,167	38,112		
1222	4,067		1,326	2,395		0,346		2,395	1,672		
1221	87,39	37,418	7,416	4,26	33,294	5,002	10,562	30,483	46,345		
123	48,494	40,374	4,663		3,457		3,457		45,037		
122	186,94	114,828	1,859	6,615	58,899	4,739	9,564	6,615	135,181	35,58	
121	52,763	52,763							52,763		
13	42,119	23,867		2,011	16,241		1,843	16,409	23,867		
12	160,803	116,614	0,218	19,243	24,728		11,994	31,977	116,832		
11	109,058	106,52		2,537	0,001		0,001	2,537	106,52		
1	15,535			3,492	12,043		11,787	3,748			

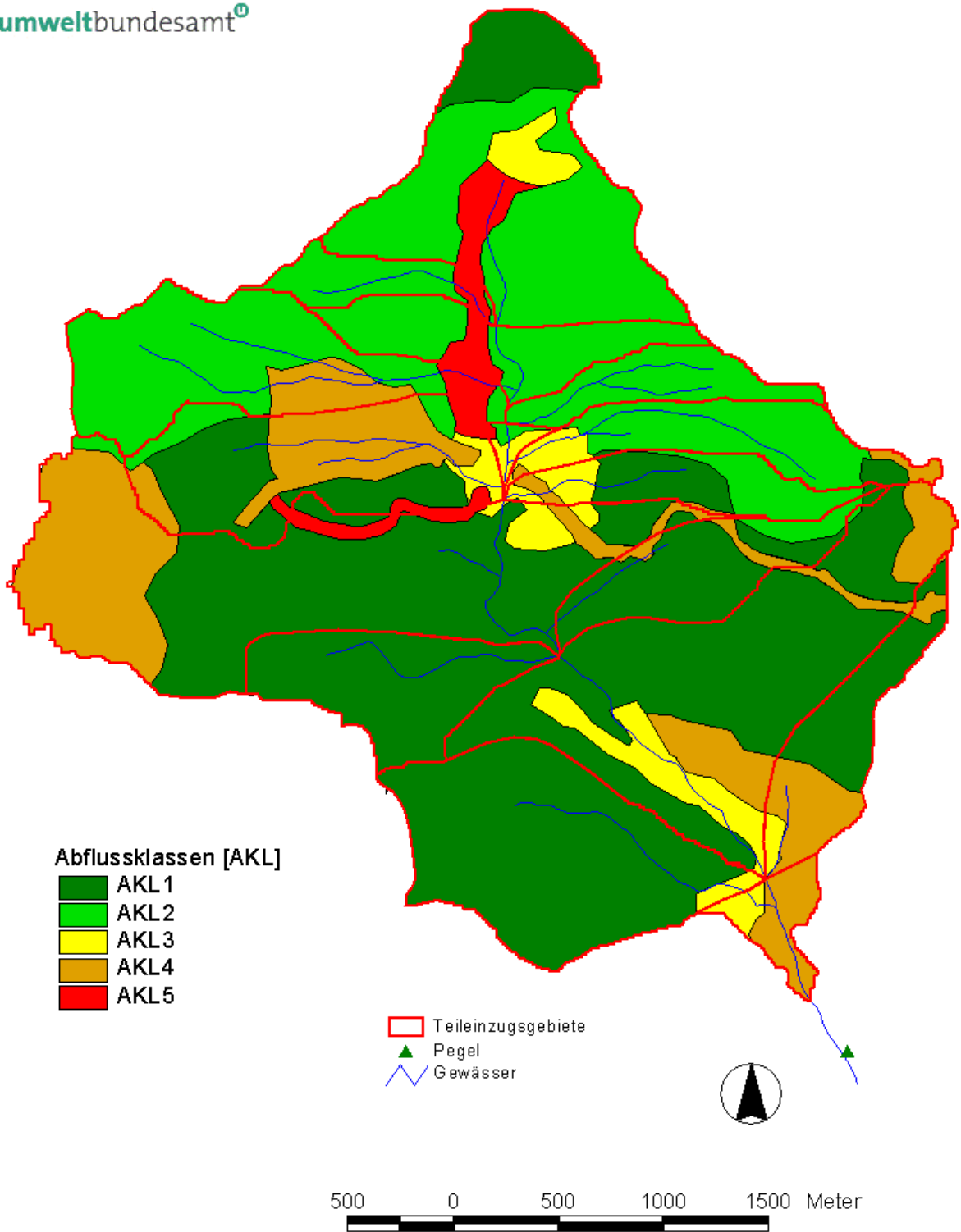
Augstbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Augstbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Untertalbach (Einzugsgebietsparameter)

Gerinneparameter				Oberflächenparameter			
TEZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge[m]	Neigung[°]	Neigung (absolut)	Länge[m]	
122411222	0,22	837	3884,44	32,86	0,6085	505,03	
122411221	0,20	560	2852,06	31,76	0,5882	1143,31	
12241122	0,08	147	1799,07	33,66	0,6234	1299,09	
12241121	0,31	945	3012,44	32,92	0,6096	431,87	
1224112	0,02	19	1036,21	34,40	0,6371	1175,53	
1224111	0,48	865	1796,73	35,99	0,6665	421,61	
1224122	0,27	1091	4000,13	37,58	0,6959	1618,51	
1224121	0,34	1037	3039,72	35,05	0,6491	525,79	
122412	0,07	221	3033,51	37,61	0,6965	1051,32	
122411	0,15	267	1840,84	32,48	0,6015	926,64	
12242	0,32	1099	3395,66	32,85	0,6084	489,89	
12241	0,02	8	426,82	31,42	0,5819	882,18	
1225	0,28	1273	4578,91	33,02	0,6115	599,74	
1224	0,02	20	1288,67	33,42	0,6189	975,53	
1223	0,48	689	1428,10	34,67	0,6421	392,5	
1222	0,67	1075	1594,06	41,39	0,7665	272,23	
1221	0,83	618	745,71	41,32	0,7652	103,53	
123	0,38	1060	2794,03	28,39	0,5258	306,64	
122	0,01	5	875,50	21,53	0,3987	329,62	
121	0,64	339	528,84	39,03	0,7228	272,75	
13	0,45	877	1968,78	33,91	0,6280	472,15	
12	0,01	6	684,68	28,16	0,5215	446,76	
11	0,64	982	1541,41	45,55	0,8435	201,08	
1	0,01	22	2183,85	33,68	0,6237	1341,21	

Niederschlag			Abflussbeiwertklassen	
Dauer [']	u	w	Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
5	5,8	4,3	0	0
10	10,3	9		
15	13,2	12		
20	15,1	13,9	1	>0-10
30	17,8	16,7		
45	20,4	19,4	2	11-30
60	22,3	21,4		
90	25	24,1	3	31-50
120	27	25,9		
150	28,9	27,6	4	51-75
180	30,5	29		
210	31,8	30,2	5	>75
240	33	31,2		
300	36,2	31,9	6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)
360	38,8	32,4		
420	41	32,9		
480	42,9	33,3		
540	44,6	33,7		
600	46,1	34		
660	47,5	34,3		
720	48,7	34,6		

Untertalbach (Corine Land Cover – Datensatz)

Abflussbeiwerte		Raugkeit
I	Niedermoor , tiefgründig, torfig, hoher Humusgehalt, hohe Vorsättigung Oberflächenwasser und permanenten Hangwasserzug	4
II	Fichtenwald , >50%Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern) Grob-Boden, mit Feinanteil locker, Bestand aufgelockert, Zwergsträuch	3
III	Mähwiesen , Fein-Boden, locker, wechselfeucht, keine Weide pflegliche Bewirtschaftung	3
IV	Mähwiesen , Fein-Boden, bindig, wechselfeucht, Weide	2
V	stehende Gewässer	1
VI	alpine Rasen (nicht Bürstling), subanstehender Fels, sehr flachgründig, Rasen wechselt mit freiem Fels oder dichtem offenen Schutt	1
VII	Mähwiesen , Grob-Boden, auch mit Feinanteil, locker, Kurzweide	2
VIII	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume) flachgründig auf Fels, vergrast mit freien Felsflächen dazwischen	4

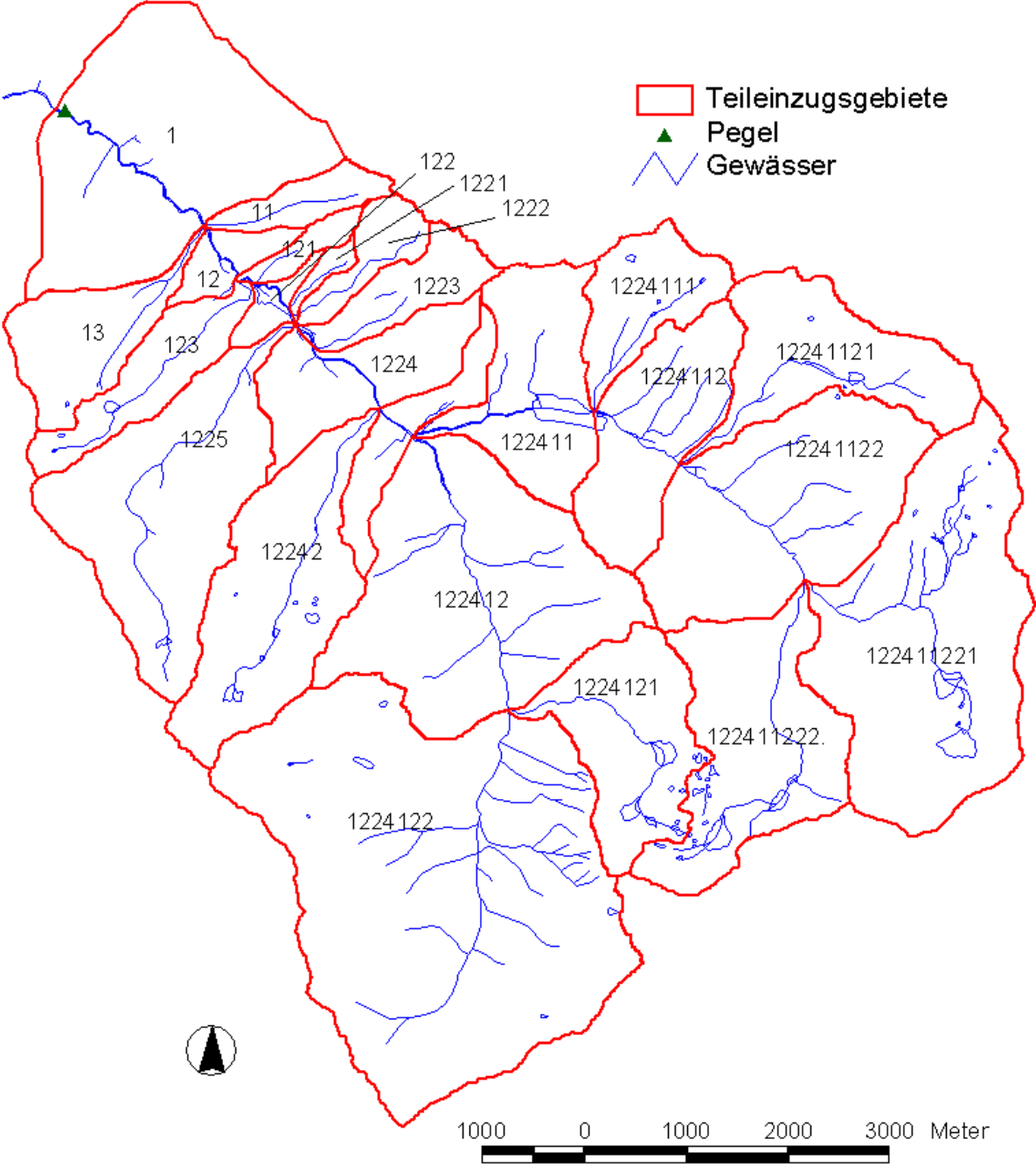
Untertalbach (Corine Land Cover – Datensatz)

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert	II	VII	III	IV	VI	VIII	I	V
		Rauigkeit	3	2	3	2	1	4	4	1
1	5,23765		381.563		38.766	1.679	49.482	21.448	30.827	
11	0,62145		40.601		0.740	0.015	20.789			
12	0,49768		40.863		7.498	1.407				
13	1,50305		26.503		0.055	0.052	76.541	47.154		
121	0,32335		23.304		2.152	0.533	6.346			
122	0,29862		17.768		12.094					
123	1,30082		49.122		3.179		45.367	31.235		1.179
1221	0,1637		11.927		1.217		3.226			
1222	0,64723		26.322		1.887		36.514			
1223	0,95554		47.583		6.309		41.662			
1224	1,76171		136.975		17.098	3.296	15.784	3.018		
1225	4,11367		76.957		0.539		275.205	58.666		
12241	0,93415		56.285	2.165	11.378		13.769	9.818		
12242	3,34161		13.345		0.127		274.258	44.530		1.901
122411	2,32832		112.520	5.818	0.192		101.169			13.133
122412	5,51572		241.330	17.671	17.836		163.233	111.502		
1224121	2,40032		61.484				171.949			6.599
1224122	11,13821		97.742				878.648	137.431		
1224111	1,37571		4.475	0.346			124.056	8.684		0.010
1224112	2,32114		96.254	27.120			87.618	19.865		1.257
12241121	2,42787		11.048	0.575			210.421	19.365		1.378
12241122	4,28186		164.817	25.862			215.535	21.972		
122411221	5,95942		53.929				530.568			11.445
122411222	3,41469		23.081				310.753			7.635

Untertalbach (Corine Land Cover – Datensatz)

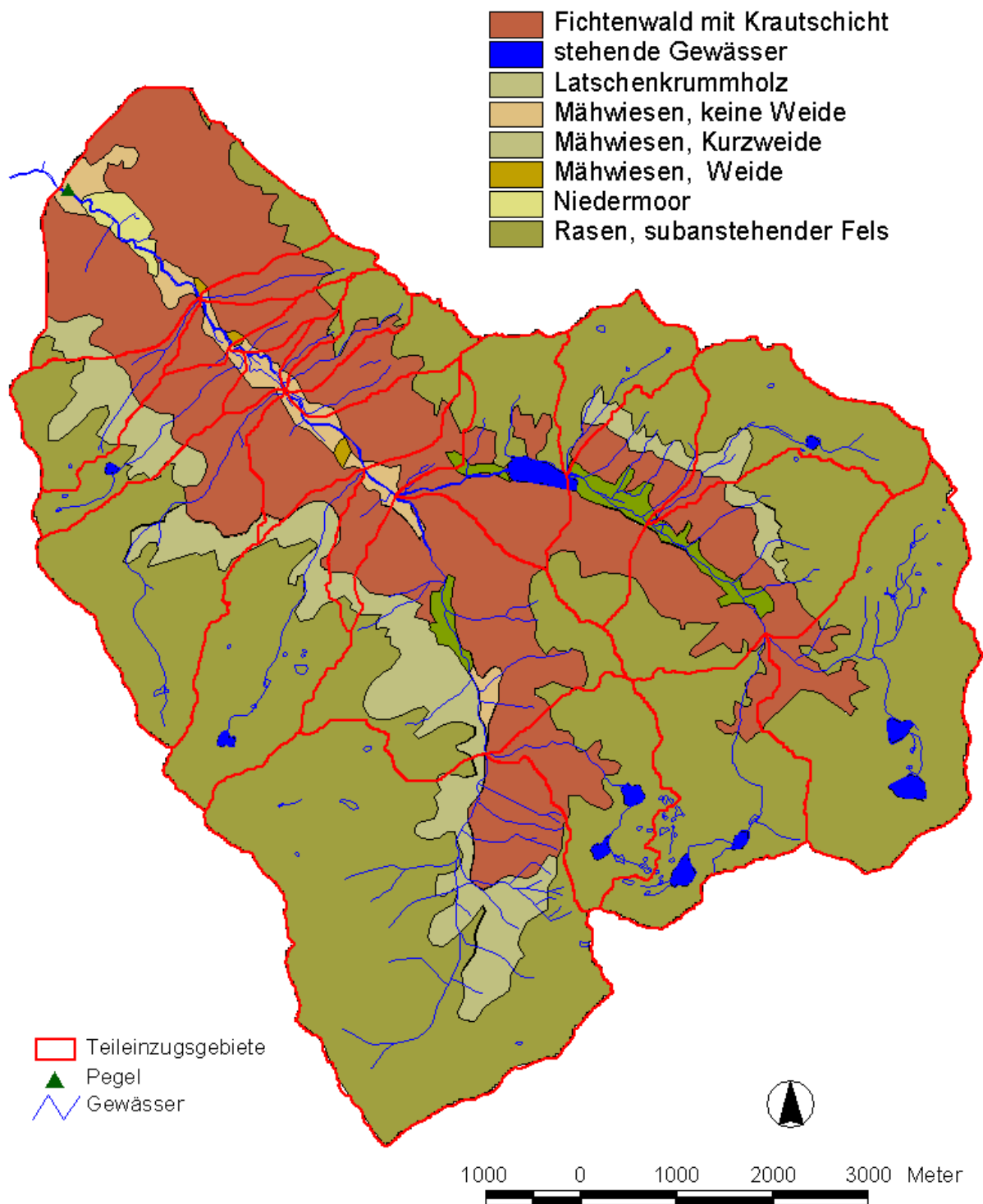
TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen						Rauigkeitsklassen			
		1	2	4	5	6	1	2	3	4	
122411222	341,469	23,081	310,753			7,635	318,388		23,081		
122411221	595,942	53,929	530,568			11,445	542,013		53,929		
12241122	428,186	164,817	241,397	21,972			215,535	25,862	164,817	21,972	
12241121	242,787	11,048	210,996	19,365		1,378	211,799	0,575	11,048	19,365	
1224112	232,114	96,254	114,738	19,865		1,257	88,875	27,12	96,254	19,865	
1224111	137,571	4,475	124,402	8,684		0,01	124,066	0,346	4,475	8,684	
1224122	1113,821	97,742	878,648	137,431			878,648		97,742	137,431	
1224121	240,032	61,484	171,949			6,599	178,548		61,484		
122412	551,572	241,33	198,74	111,502			163,233	17,671	259,166	111,502	
122411	232,832	112,52	107,179			13,133	114,302	5,818	112,712		
12242	334,161	13,345	274,385	44,53		1,901	276,159		13,472	44,53	
12241	93,415	56,285	27,312	9,818			13,769	2,165	67,663	9,818	
1225	411,367	76,957	275,744	58,666			275,205		77,496	58,666	
1224	176,171	136,975	36,178	3,018			15,784	3,296	154,073	3,018	
1223	95,554	47,583	47,971				41,662		53,892		
1222	64,723	26,322	38,401				36,514		28,209		
1221	16,37	11,927	4,443				3,226		13,144		
123	130,082	49,122	48,546	31,235		1,179	46,546		52,301	31,235	
122	29,862	17,768	12,094						29,862		
121	32,335	23,304	9,031				6,346	0,533	25,456		
13	150,305	26,503	76,648	47,154			76,541	0,052	26,558	47,154	
12	49,768	40,863	8,905					1,407	48,361		
11	62,145	40,601	21,544				20,789	0,015	41,341		
1	523,765	381,563	89,927	21,448	30,827		49,482	1,679	420,329	52,275	

Untertalbach



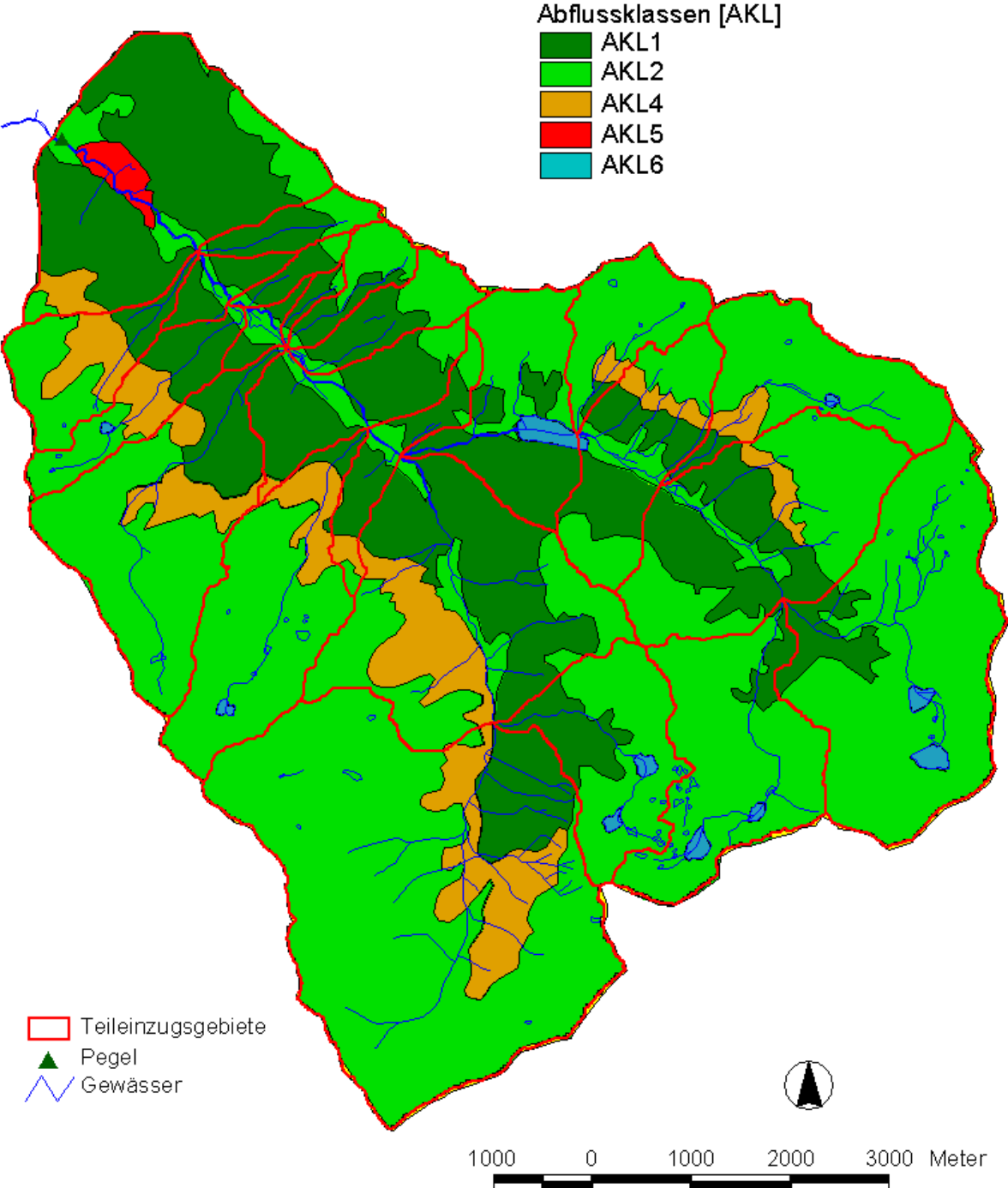
Untertalbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Untertalbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Untertalbach (Seger Datensatz)

Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	Feuchtwiesen und Niedermoore , Hangwasserzug, Wasserstau	4
II	Mähwiesen , Grob-Boden, auch mit Feinanteil, locker, Kurzweide	2
III	Fichtenwald, >50% Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern) Grob-Boden auch mit Feinanteil, locker, Überschirmungsgrad >0.7, Strauchschicht	3
IV	Mischwald , Fein-Boden, locker, hohe Bioturbation, Laubstreuauflage, Bodenvegetation	2
V	Grünerlen und Weidengebüsch , Fein-Boden, locker, wechselfeucht, Hangwasserzug	4
VI	Fichtenwald , felsdurchsetzt, flachgründig	2
VII	Mischwald, Laubwald dominant , hohe Bioturbation, Laubstreuauflage, Bodenvegetation	2
VIII	Moorflächen mit Gehölzbestand	4
IX	Gletscher	1
X	Felsgelände , geklüftet, stark geklüftet	2
XI	alpine Rasen mit Felsformation , Grob-Boden, mit Feinanteil, locker, keine Weide	3
XII	alpine Rasen , Fein-Boden, locker Beweidung	2
XIII	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume), vergrast mit freien Felsflächen dazwischen	4
XIV	alpine Rasen , Grob-Boden, locker, keine Weide	3
XV	stehende Gewässer	1
XVI	Planie mit Einsaat , Fein-Boden (skelettreich), Weide, Schipiste, Bildung von Rasenfilz Ausbildung eines Kleingerinnenetzes	1

Untertalbach (Seger Datensatz)

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert	IV	VII	VI	II	XIV	XI	III	XII
		Rauigkeit	2	2	2	2	3	3	3	2
1	5,23765		141.996	2.511	88.379	16.199	21.447	45.937	142.129	24.742
11	0,62145			0.043	19.468			10.344	7.205	
12	0,49768			5.392	6.934				30.891	5.974
13	1,50305			1.315			5.138	64.447	40.517	
121	0,32335			5.252	15.773			1.035		2.523
122	0,29862			4.062	3.099				10.682	12.018
123	1,30082							42.371	61.519	2.154
1221	0,1637			3.590	8.939					1.752
1222	0,64723			7.993	3.077			29.579	10.691	3.627
1223	0,95554			4.579	4.452			34.531	28.649	7.216
1224	1,76171			10.929	7.681		0.314	12.120	115.769	17.343
1225	4,11367				4.500		16.542	166.815	102.341	18.003
12241	0,93415			4.672	2.158			10.204	51.195	19.182
12242	3,34161			0.832			2.679	158.199	44.879	3.993
122411	2,32832			10.407			7.708	89.449	87.210	7.220
122412	5,51572		19.094	36.686	41.529		16.582	124.785	235.576	28.657
1224121	2,40032				0.235			144.546	22.750	12.210
1224122	11,13821				22.383		31.837	465.067	80.572	58.569
1224111	1,37571						7.742	89.687	6.204	0.731
1224112	2,32114						14.534	48.994	81.453	16.154
12241121	2,42787							129.137	11.736	0.732
12241122	4,28186						14.442	176.064	123.687	28.856
122411221	5,95942						1.229	300.301	5.497	33.071
122411222	3,41469						4.899	177.952	4.921	2.215






Untertalbach (Seger Datensatz)

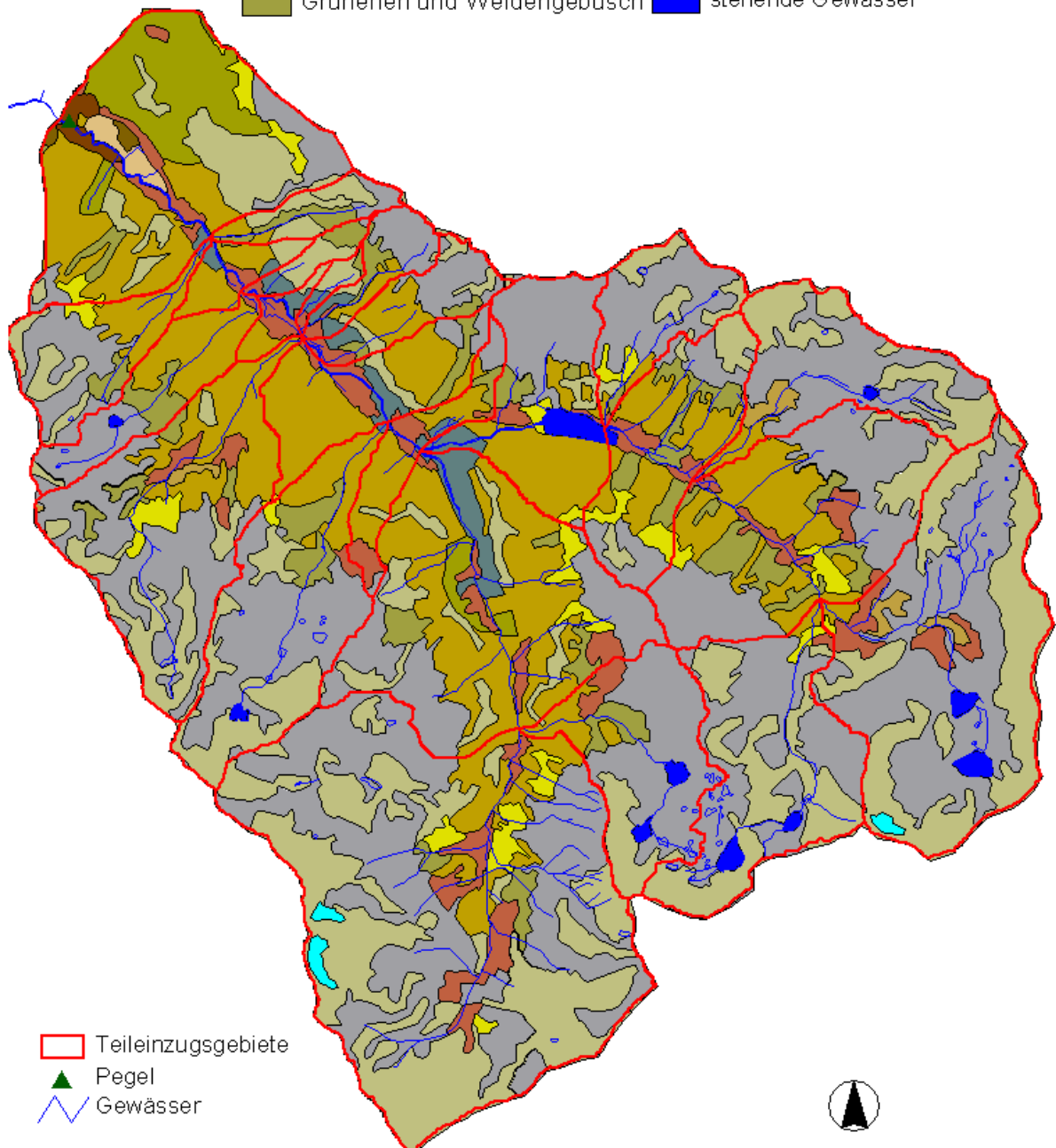
TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert	X	V	XIII	XVI	I	VIII	IX	XV
		Rauigkeit	2	4	4	1	4	4	1	1
1	5,23765		5.138	10.479		1.326	17.786	5.688		
11	0,62145		9.899	15.184						
12	0,49768			0.577						
13	1,50305		28.716	10.172						
121	0,32335			7.752						
122	0,29862									
123	1,30082		2.542	20.317						1.179
1221	0,1637			2.088						
1222	0,64723		0.751	9.006						
1223	0,95554		8.403	7.723						
1224	1,76171			12.014						
1225	4,11367		77.409	20.345	5.412					
12241	0,93415			6.005						
12242	3,34161		88.134	33.543						1.901
122411	2,32832		6.616	11.089						13.133
122412	5,51572		24.084	24.581						
1224121	2,40032		35.783	17.910						6.599
1224122	11,13821		426.437	18.440					10.507	
1224111	1,37571		30.930	2.263						0.010
1224112	2,32114		25.401	43.093	1.229					1.257
12241121	2,42787		87.850		11.952					1.378
12241122	4,28186		27.503	57.634						
122411221	5,95942		226.253		14.234				3.912	11.445
122411222	3,41469		143.847							7.635

Untertalbach (Segger Datensatz)

TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen						Rauigkeitsklassen			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
122411222	341,469	4,921	182,851	146,062			7,635	7,635	146,062	187,772	
122411221	595,942	5,497	301,53	259,324	14,234		15,357	15,357	259,324	307,027	14,234
12241122	428,186	123,687	190,506	56,359	57,634				56,359	314,193	57,634
12241121	242,787	11,736	129,137	88,582	11,952		1,378	1,378	88,582	140,873	11,952
1224112	232,114	81,453	63,528	41,555	44,322		1,257	1,257	41,555	144,981	44,322
1224111	137,571	6,204	97,429	31,661	2,263		0,01	0,01	31,661	103,633	2,263
1224122	1113,821	80,572	496,904	507,389	18,44		10,507	10,507	507,389	577,476	18,44
1224121	240,032	22,75	144,546	48,228	17,91		6,599	6,599	48,228	167,296	17,91
122412	551,572	291,356	141,367	94,27	24,581				130,956	376,943	24,581
122411	232,832	97,617	97,157	13,836	11,089		13,133	13,133	24,243	184,367	11,089
12242	334,161	45,711	160,878	92,127	33,543		1,901	1,901	92,959	205,757	33,543
12241	93,415	55,867	10,204	21,34	6,005				26,012	61,399	6,005
1225	411,367	102,341	183,357	99,912	25,757				99,912	285,698	25,757
1224	176,171	126,698	12,434	25,024	12,014				35,953	128,203	12,014
1223	95,554	33,228	34,531	20,071	7,723				24,65	63,18	7,723
1222	64,723	18,684	29,579	7,455	9,006				15,448	40,27	9,006
1221	16,37	3,59		10,691	2,088				14,281		2,088
123	130,082	61,519	42,371	4,696	20,317		1,179	1,179	4,696	103,89	20,317
122	29,862	14,744		15,117					19,179	10,682	
121	32,335	5,252	1,035	18,296	7,752				23,548	1,035	7,752
13	150,305	41,832	69,585	28,716	10,172				30,031	110,102	10,172
12	49,768	36,283		12,908	0,577				18,3	30,891	0,577
11	62,145	7,248	10,344	29,367	15,184				29,41	17,549	15,184
1	523,765	286,636	83,583	118,259	11,805	23,474		1,326	136,969	209,513	33,953

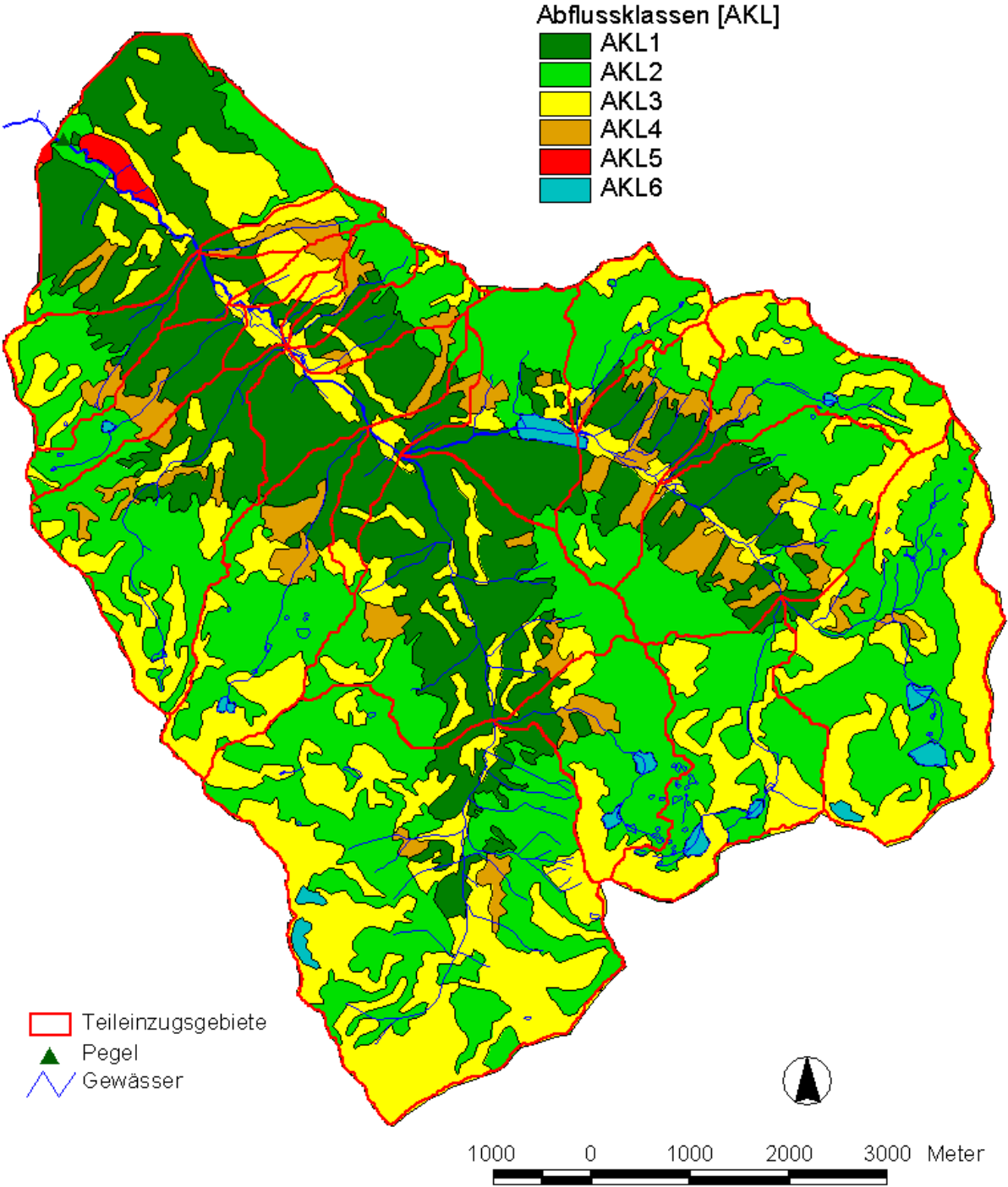
Untertalbach (Seger Datensatz)

	alpine Rasen, Beweidung		Latschenkrummholz
	alpine Rasen, keine Weide		Mähwiesen
	Felsgelände		Mischwald
	Feuchtwiesen und Niedermoore		Mischwald, Laubwald dominiert
	Fichtenwald, felsdurchsetzt		Moorflächen mit Gehölzbestand
	Fichtenwald, Strauchschicht		Planie mit Einsaat
	Gletscher		Rasen mit Felsformation
	Grünerlen und Weidengebüsch		stehende Gewässer



1000 0 1000 2000 3000 Meter

Untertalbach (Seger Datensatz)



Pusterwaldbach (Einzugsgebietsparameter)

Gerinneparameter				Oberflächenparameter			
TEZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge[m]	Neigung[°]	Neigung (absolut)	Länge[m]	
112223314	0,30	541	1793,00	22,78	0,4219	245,59	
112223313	0,36	467	1302,44	28,51	0,5280	489,74	
112223312	0,20	428	2118,58	26,94	0,4989	581,15	
112223311	0,24	228	940,64	26,40	0,4889	328,58	
11222332	0,50	297	594,10	33,73	0,6246	242,16	
11222331	0,05	23	499,23	26,26	0,4863	745,1	
11222322	0,20	662	3235,50	29,75	0,5509	881,97	
11222321	0,26	452	1713,27	25,75	0,4769	820,2	
1122233	0,07	134	1814,90	26,41	0,4891	815,74	
1122232	0,06	63	1026,80	24,08	0,4459	818,68	
1122231	0,28	435	1545,82	23,01	0,4261	297,38	
112225	0,48	394	820,06	33,09	0,6128	187,3	
112224	0,48	547	1149,79	29,37	0,5439	224,96	
112223	0,06	48	795,48	20,69	0,3832	550,26	
112222	0,37	372	1006,29	25,79	0,4776	507,63	
112221	0,41	659	1609,69	29,95	0,5546	241,73	
11222	0,04	19	488,49	28,08	0,5200	923,37	
11221	0,46	510	1117,63	30,98	0,5737	224,82	
1123	0,43	535	1249,70	30,80	0,5704	305,76	
1122	0,03	27	950,03	28,23	0,5228	1035,47	
1121	0,45	343	754,53	30,79	0,5702	186,14	
113	0,50	498	988,88	31,90	0,5908	161,21	
112	0,02	16	820,09	24,04	0,4452	590,91	
111	0,32	647	2040,96	30,76	0,5696	621,47	
12	0,55	508	920,04	32,80	0,6074	131,55	
11	0,01	3	275,83	29,17	0,5402	706,52	
1	0,05	4	77,49	7,48	0,1385	107,14	

Niederschlag			Abflussbeiwertklasse	
Dauer [']	u	w	Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
5				
10				
15	13,1	11,6	0	0
20	14,9	13,4	1	>0-10
30	17,6	16,2	2	11-30
45	20,2	18,8	3	31-50
60	22,1	20,7	4	51-75
90	24,7	23,4	5	>75
120	26,7	25,2	6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)
150				
180	30,1	28		
210				
240	32,6	30,3		
300	35,9	31,2		
360	38,6	31,9		
420	40,9	32,6		
480	42,9	33,1		
540	44,6	33,6		
600	46,2	34		
660				
720	48,9	34,8		

Pusterwaldbach (Corine Land Cover – Datensatz)

Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	Fichtenwald vergrast , ohne boden-deckende Zwergstrauchvegetation Grob-Bodenm mit Feinanteil	3
II	Fichtenwald, > 50% Fi (keine bzw. wenig Bodenvegetation trockene Moderauflage	2
III	Planien Grob-Boden mit Feinanteil, Fein-Boden, keine Beweidung	2
IV	Fichtenwald, >50% Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern) Bestand aufgelockert, Zwergträucher <50%, vergrast	4
V	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume) keine Beweidung, keine sonstige Nutzung	3
VI	Vegetationslos bzw. initiale Stadien einer Vegetationsbildung, Blockschutt, Grob-Boden locker, einzelne Rinnen im unterliegenden Hang	1
VII	alpine Rasen (nicht Bürstling), Fein Boden, locker, Beweidung	3
VIII	alpine Rasen (nicht Bürstling), Grob-Boden,locker, keine Weide	2
IX	Mähwiesen , Fein-Boden, locker, wechselfeucht, pflegliche Bewirtschaftung	2
X	Mähwiesen , keine Weide oder sonstige Nutzung	2

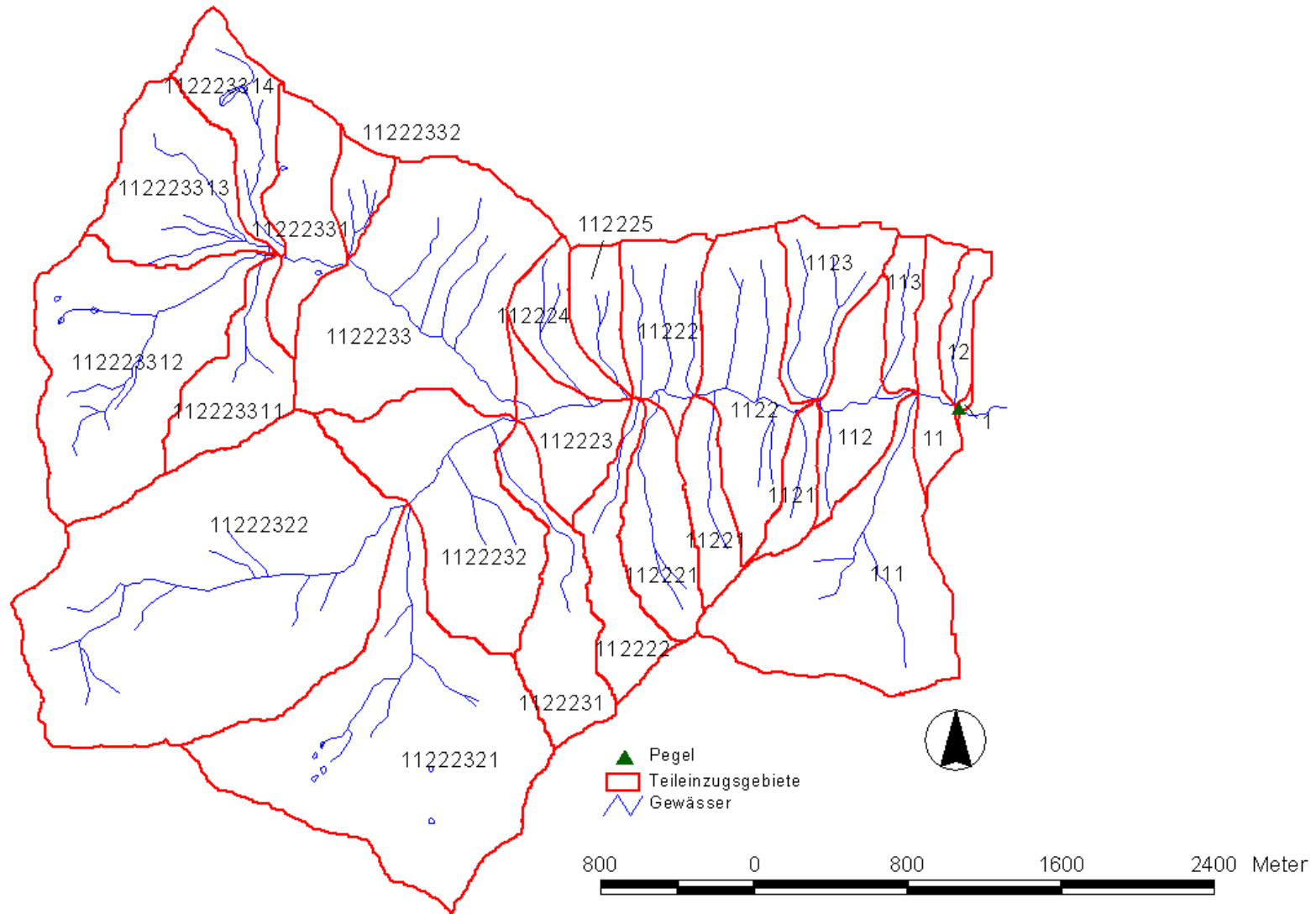
Pusterwaldbach (Corine Land Cover – Datensatz)

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert Rauigkeit	II	V	VIII	X	III	I	IV	IX	VI	VII
			2	3	2	2	2	3	4	2	1	3
1	0,01424									1.424		
11	0,36874		17.532	5.074	4.434					9.834		
12	0,22283		10.785	5.297	4.253					1.948		
111	1,85543		50.899	43.734	87.669					3.241		
112	0,56354		31.854	1.741						22.759		
113	0,24592		8.895	6.816	4.225					4.656		
1121	0,24455		16.436	5.190	0.857					1.972		
1122	1,07564		43.228	18.156	19.258					26.922		
1123	0,6231		13.973	13.514	24.749					10.074		
11221	0,37377		20.632	7.557	7.523					1.665		
11222	0,63548		13.624	9.527	19.777		3.163			17.457		
112221	0,61149		26.333	16.658	17.819					0.339		
112222	0,52621		16.105	18.559	17.839					0.118		
112223	0,51636		22.590				13.763	14.036		1.247		
112224	0,38053		3.417	7.483	4.231		10.002	4.003		8.917		
112225	0,30184		3.521	4.175	11.856		5.723			4.909		
1122231	0,77457		7.997	11.164	48.612		9.684					
1122232	1,46649		48.479	18.966	32.016		34.379	8.528	4.281			
1122233	2,2192		13.252	50.161	69.273	20.274	7.884	20.451	40.625			
11222321	2,95106		16.479	53.830	215.907			8.788			0.102	
11222322	4,13697		0.114	65.855	280.100			40.450			27.178	
11222331	0,64715			15.806	27.474	13.421			7.514			0.500
11222332	0,2273			5.426	15.661	1.643						
112223311	0,62203			6.908	49.827	0.242			5.226			
112223312	1,87937			22.726	159.168				6.043			
112223313	0,98069			5.275	88.952							3.842
112223314	0,60411			3.384	53.314							3.713

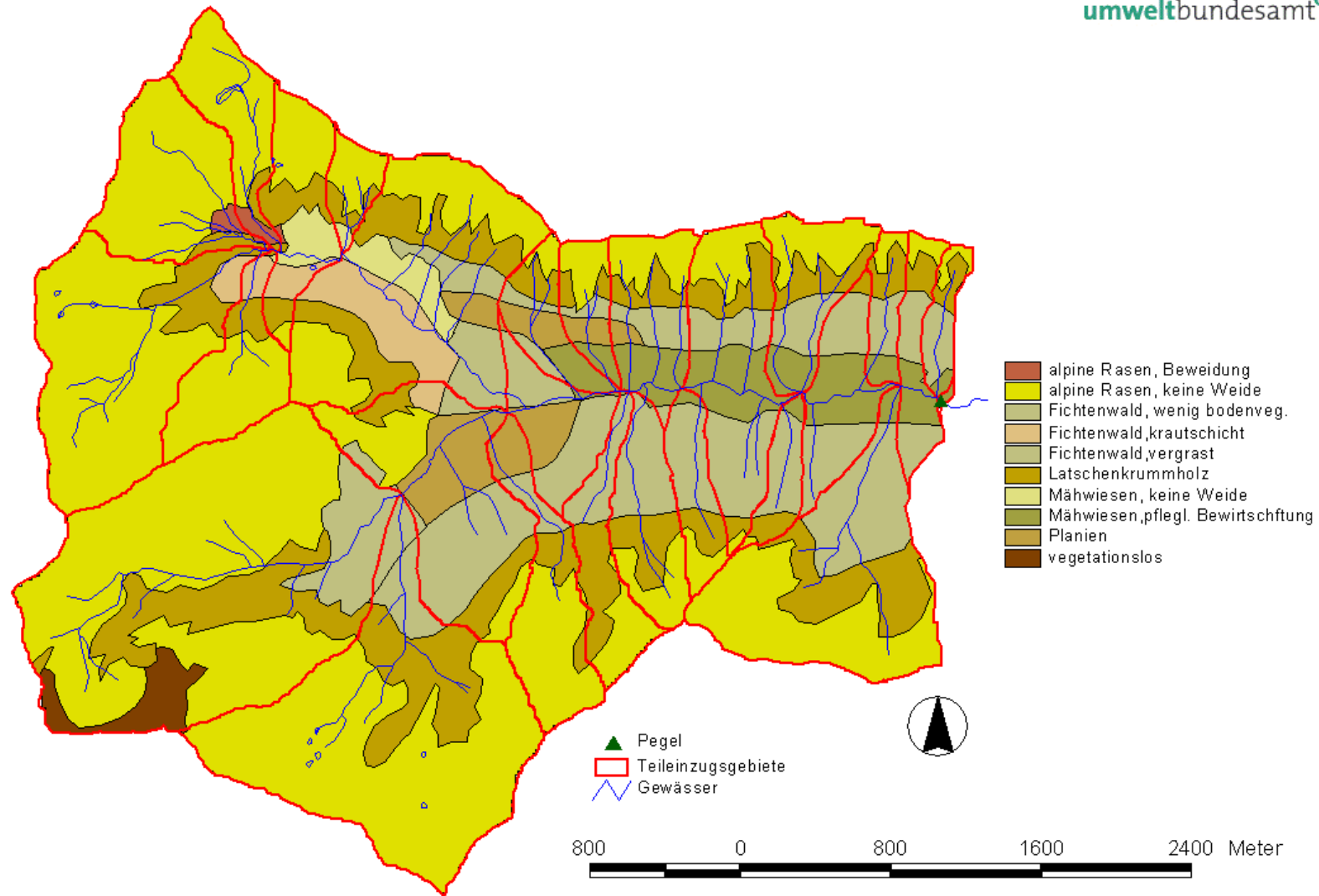
Pusterwaldbach (Corine Land Cover – Datensatz)

TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen			Rauigkeitsklassen			
		1	2	3	1	2	3	4
112223314	60,411	56,698		3,713		53,314	7,097	
112223313	98,069	94,227		3,842		88,952	9,117	
112223312	187,937	181,894	6,043			159,168	22,726	6,043
112223311	62,203	56,977	5,226			50,069	6,908	5,226
11222332	22,73	22,73				17,304	5,426	
11222331	64,715	56,701	7,514	0,5		40,895	16,306	7,514
11222322	413,697	346,069	40,45	27,178	27,178	280,214	106,305	
11222321	295,106	286,216	8,788	0,102	0,102	232,386	62,618	
1122233	221,92	160,844	61,076			110,683	70,612	40,625
1122232	146,649	133,84	12,809			114,874	27,494	4,281
1122231	77,457	77,457				66,293	11,164	
112225	30,184	25,275	4,909			26,009	4,175	
112224	38,053	25,133	12,92			26,567	11,486	
112223	51,636	36,353	15,283			37,6	14,036	
112222	52,621	52,503	0,118			34,062	18,559	
112221	61,149	60,81	0,339			44,491	16,658	
11222	63,548	46,091	17,457			54,021	9,527	
11221	37,377	35,712	1,665			29,82	7,557	
1123	62,31	52,236	10,074			48,796	13,514	
1122	107,564	80,642	26,922			89,408	18,156	
1121	24,455	22,483	1,972			19,265	5,19	
113	24,592	19,936	4,656			17,776	6,816	
112	56,354	33,595	22,759			54,613	1,741	
111	185,543	182,302	3,241			141,809	43,734	
12	22,283	20,335	1,948			16,986	5,297	
11	36,874	27,04	9,834			31,8	5,074	
1	1,424		1,424			1,424		

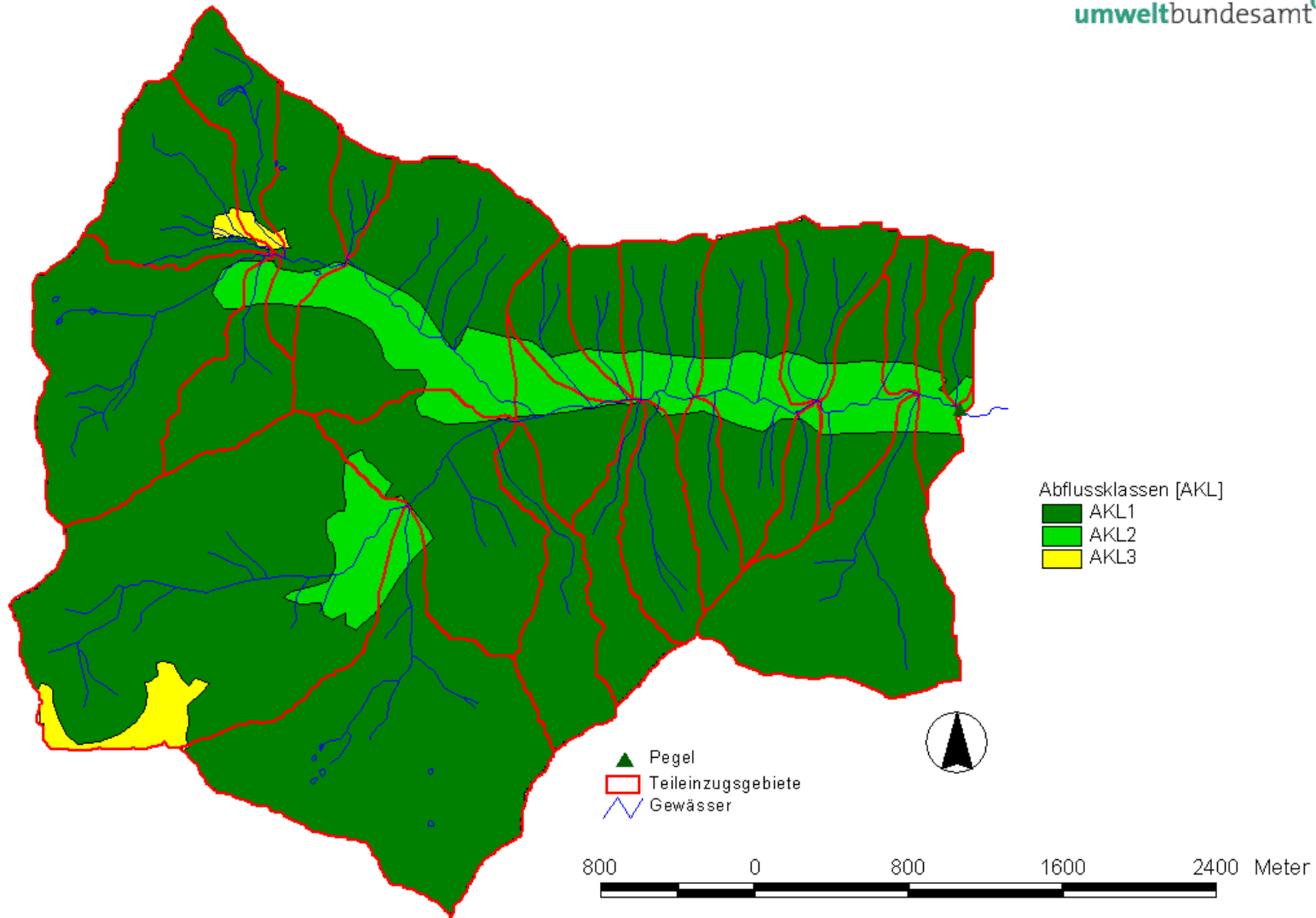
Pusterwaldbach



Pusterwaldbach (Corine Land Cover – Datensatz)



Pusterwaldbach (Corine Land Cover – Datensatz)



Gössbach (Einzugsgebietsparameter)

Gerinneparameter			Oberflächenparameter			
TEZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge[m]	Neigung[°]	Neigung (absolut)	Länge[m]
1112123122	0,35	377	1074,51	29,71	0,5502	371,67
1112123121	0,40	436	1082,64	27,81	0,5150	171,17
111212312	0,20	38	191,78	29,72	0,5504	169,75
111212311	0,44	316	713,91	27,18	0,5033	350,75
11121232	0,28	371	1307,82	29,29	0,5424	549,4
11121231	0,16	97	614,09	27,37	0,5069	328,55
1112123	0,15	102	702,73	24,44	0,4526	434,42
111222	0,55	396	720,01	33,1	0,6130	215,38
111221	0,30	673	2222,63	29,51	0,5465	252,71
11122	0,17	293	1696,41	24,83	0,4598	446,66
11121222	0,26	616	2397,84	26,54	0,4915	836,32
11121221	0,22	335	1517,25	25,72	0,4763	603,83
1112122	0,06	28	442,57	18,13	0,3358	117,86
1112121	0,22	514	2290,29	28,46	0,5271	457,2
111212	0,05	25	491,41	24,66	0,4567	589,2
111211	0,26	403	1524,55	30,01	0,5558	315,52
11121	0,05	38	695,38	28,25	0,5232	564,95
1114	0,47	475	1013,45	37,81	0,7002	301,73
1113	0,20	642	3176,26	28,36	0,5252	924,85
1112	0,03	34	994,49	30,77	0,5698	361,79
1111	0,36	649	1786,41	39,85	0,7380	424,3
112	0,24	726	3086,64	33,58	0,6219	1219,09
111	0,04	96	2346,26	36,98	0,6848	1009,51
12	0,25	232	941,64	29,42	0,5448	618,5
11	0,02	17	878,61	34,51	0,6391	481,09
1	0,01	2	178,03	19,94	0,3693	129,13

Niederschlag			Abflussbeiwertklasse	
Dauer [']	u	w	Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
5	5,8	4,3	0	0
10	10,4	9,2		
15	13,4	12,3	1	>0-10
20	15,3	14,3		
30	18,1	17,2	2	11-30
45	20,8	20,1		
60	22,7	22,1	3	31-50
90	25,4	24,9		
120	27,5	26,8	4	51-75
150	29,4	28,6		
180	31	30	5	>75
210	32,4	31,3		
240	33,6	32,3	6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)
300	36,6	32,7		
360	39,1	33,1		
420	41,2	33,4		
480	43,1	33,7		
540	44,7	33,9		
600	46,1	34,1		
660	47,5	34,3		
720	48,6	34,5		

Gössbach (Corine Land Cover - Datensatz)

Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	Fichtenwald, >50% Fi (keine bzw. wenig Bodenvegetation-nudum) Grob-Boden (auch mit Feinanteil, locker)	1
II	Fichtenwald, >50% Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern) Grob-Boden (mit Feinanteil, locker)	3
III	Latsche, Baumvegetation , Grob-Boden, Rohhumusauflage flachgründig auf subanstehendem Fels, vergrast mit freien Felsflächen	5
IV	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume) Grob-Boden (locker, Humusauflage), keine Beweidung bzw. sonst. Nutzung	3
V	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume) Grob-Boden (locker), flachgründig auf Fels (Humusauflage) vergrast mit freien Felsflächen dazwischen	5
VI	Mähwiesen , Grob-Boden (auch mit Feinanteil locker), Kurzweide	2
VII	Mähwiesen , Grob-Boden (auch mit Feinanteil locker), keine Weide und sonstige Nutzung	3
VIII	Laubwälder und Laub-/Nadelmischwälder Grob-Boden (mit Feinanteil, locker), z.T. vergrast, extensiv beweidet	3
IX	alpine Rasen (nicht Bürstling), Grob-Boden (locker), keine Weide	2
X	Vegetationslos bzw. initiale Stadien einer Vegetationsbildung Fels (mäßig-gering geklüftet, kompakt)	1
XI	Vegetationslos bzw. initiale Stadien einer Vegetationsbildung Fels (geklüftet-stark geklüftet)	2

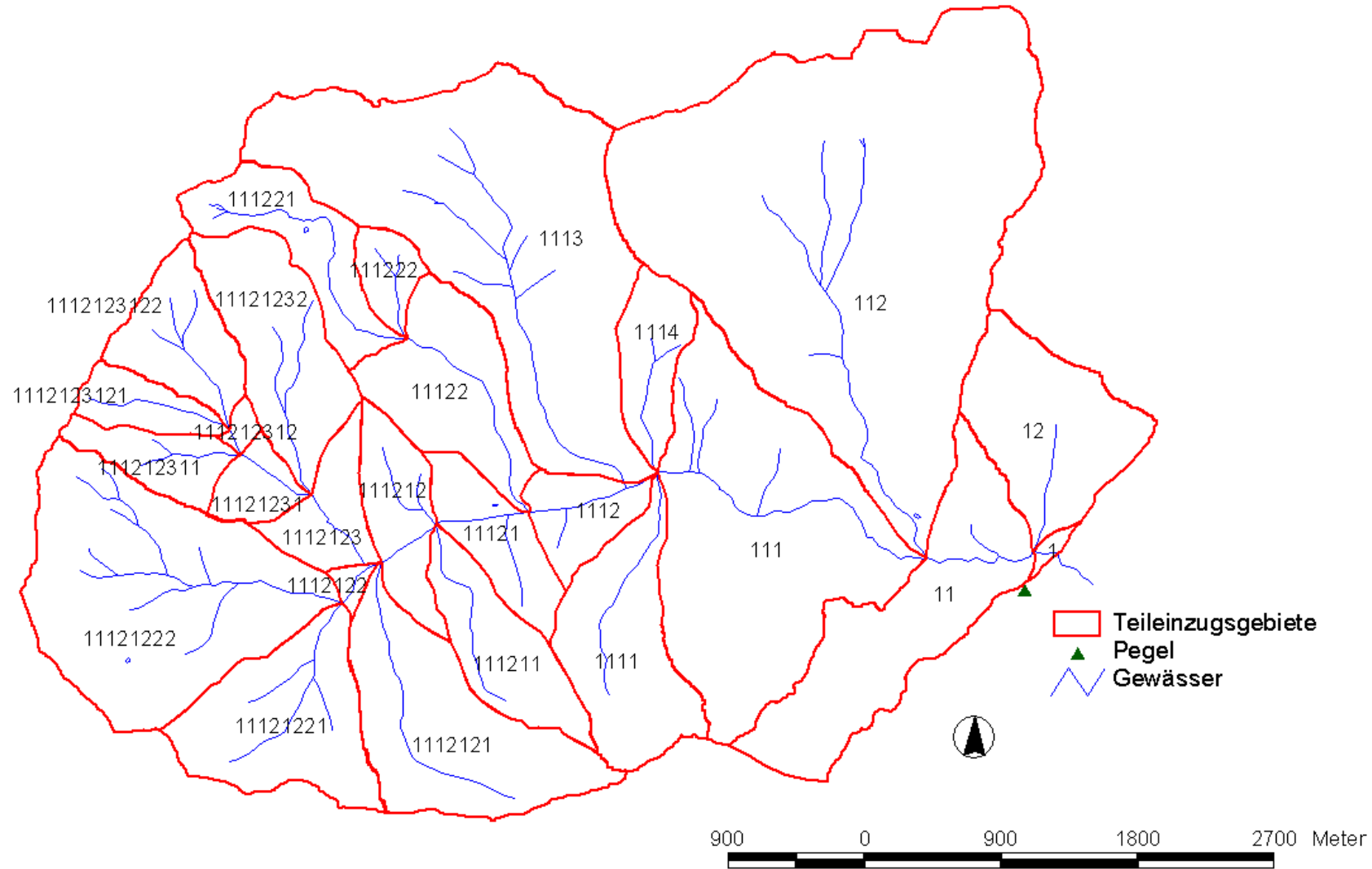
Gössbach (Corine Land Cover - Datensatz)

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert	I	II	IV	VII	IX	VI	VIII	III	V	XI	X
		Rauigkeit	1	3	3	3	2	2	3	5	5	2	1
1	0,04776		0.095	1.574		3.107							
11	1,81368		37.356	30.882		21.795				74.641		16.694	
12	1,28461			85.601	25.906	4.808			12.146				
111	3,29095		78.804	50.698		49.974			33.283	98.219	4.392	13.453	0.272
112	7,15838			245.313	38.352	4.435	88.051	17.320			135.311	172.535	14.521
1111	1,25963		56.378			0.219			3.024	45.759		20.583	
1112	0,46536		30.137	8.388		7.979			0.032				
1113	4,23208			162.477	35.387	2.736	70.558	40.824	3.258		46.475	29.215	32.278
1114	0,53394			13.002		0.670			19.616		9.521		10.585
11121	0,62362		40.609	16.222		5.531							
111211	0,81442		65.450			0.002				15.163		0.827	
111212	0,6268		19.447	38.090		5.143							
1112121	1,71416		120.502			4.936				36.586		9.392	
1112122	0,07136		0.524	4.273		2.339							
11121221	1,36402		135.789	0.007		0.606							
11121222	2,83863		0.009	173.615	59.081	1.784	49.374						
11122	1,13873			94.730	4.438	0.678	14.027						
111221	0,84488				14.687		46.023						23.778
111222	0,26726				4.695		22.031						
1112123	0,49249			46.885		2.364							
11121231	0,29256			29.256									
11121232	1,1791			32.087	37.212		28.595						20.016
111212311	0,44004			22.695	12.209		9.100						
111212312	0,06635			3.980	2.655								
1112123121	0,34507			6.630	10.552		17.325						
1112123122	0,71379			5.670	20.395		42.774						2.540

Gössbach (Corine Land Cover - Datensatz)

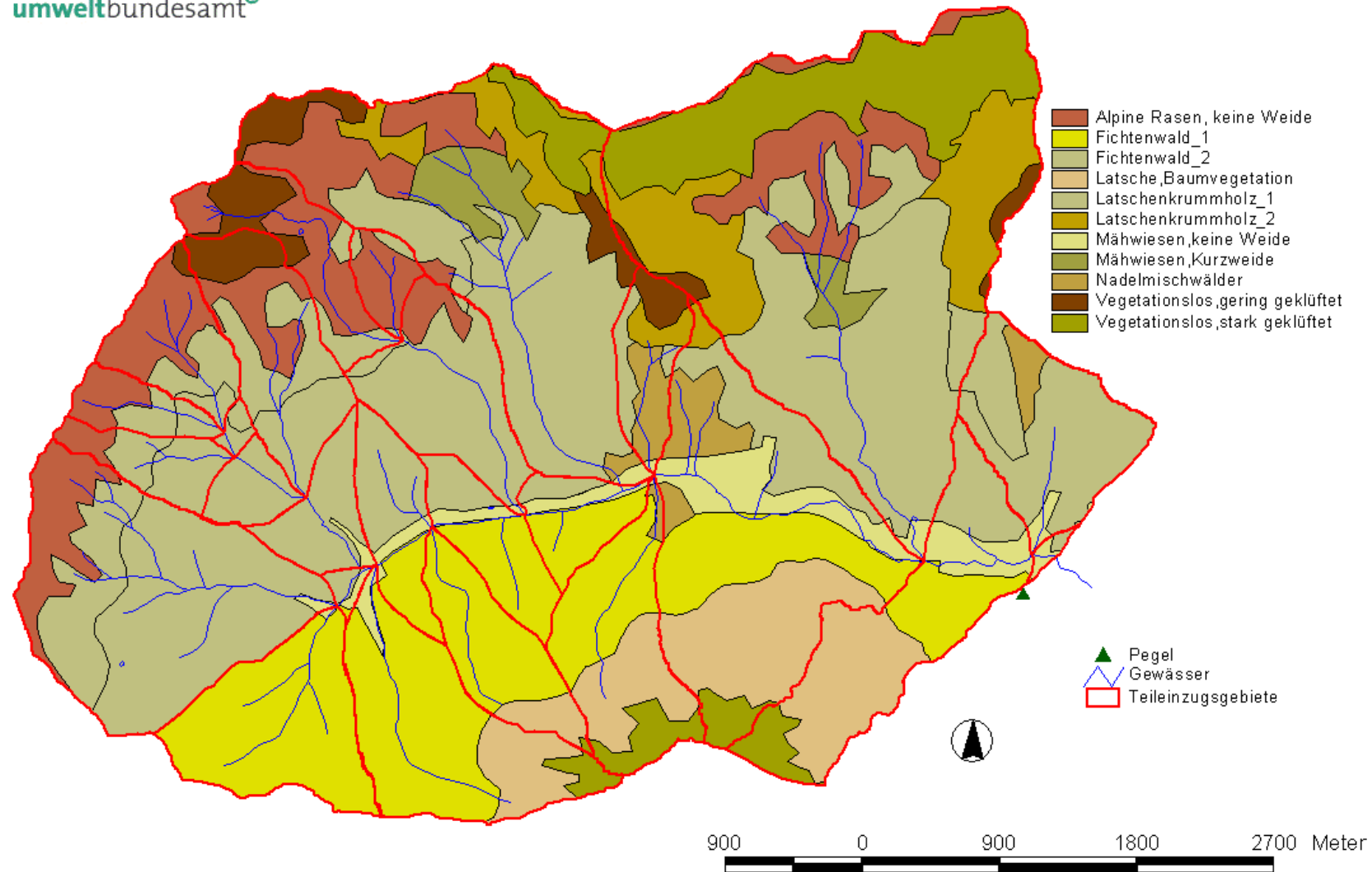
TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen					Rauigkeitsklassen					
		0	1	2	3	5	1	2	3	5		
1112123122	71,379	5,67	63,169				2,54					
1112123121	34,507	6,63	27,877									
111212312	6,635	3,98	2,655									
111212311	44,004	22,695	21,309									
11121232	117,91	32,087	65,807									
11121231	29,256	29,256										
1112123	49,249	46,885	2,364									
111222	26,726		26,726									
111221	84,488		60,71									
11122	113,873	94,73	19,143									
11121222	283,863	173,624	110,239									
11121221	136,402	135,796	0,606									
1112122	7,136	4,797	2,339									
1112121	171,416	120,502	4,936	36,586	9,392							
111212	62,68	57,537	5,143									
111211	81,442	65,45	0,002	15,163	0,827							
11121	62,362	56,831	5,531									
1114	53,394	13,002	0,67	19,616	9,521	10,585						
1113	423,208	162,477	108,681	44,082	75,69	32,278						
1112	46,536	38,525	7,979	0,032								
1111	125,963	56,378	0,219	48,783	20,583							
112	715,838	245,313	130,838	17,32	307,846	14,521						
111	329,095	129,502	49,974	131,502	17,845	0,272						
12	128,461	85,601	30,714	12,146								
11	181,368	68,238	21,795	74,641	16,694							
1	4,776	1,669	3,107									

Gössbach



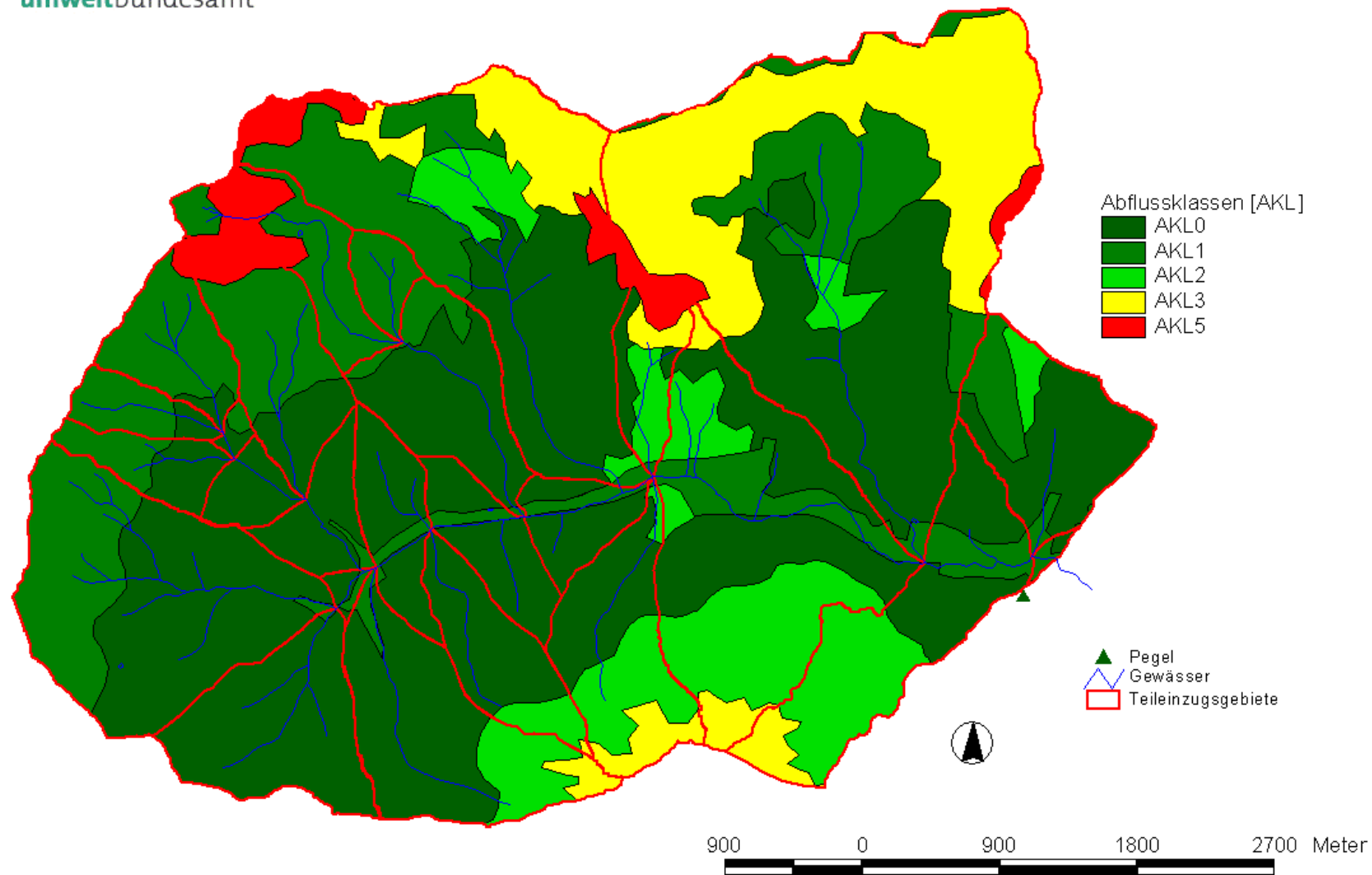
Gössbach (Corine Land Cover - Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Gössbach (Corine Land Cover - Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Dobreinbach (Einzugsgebietsparameter)

Gerinneparameter				Oberflächenparameter			
TEZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge (m)	Neigung [°]	Neigung (absolut)	Länge[m]	
132122	0,15	376	2482,68	24,72	0,4578	797,68	
132121	0,23	176	773,64	26,32	0,4874	457,52	
13213	0,16	512	3140,75	24,40	0,4519	703,97	
13212	0,08	80	990,22	19,85	0,3676	204,79	
13211	0,13	115	898,10	29,58	0,5478	1073,93	
1322122	0,26	351	1356,74	26,23	0,4858	373,39	
1322121	0,27	218	805,48	24,26	0,4493	486,53	
132212	0,18	102	563,12	34,25	0,6343	257,51	
132211	0,18	304	1649,13	27,80	0,5148	594,36	
13222	0,21	435	2080,38	26,78	0,4959	510,05	
13221	0,07	106	1429,26	31,29	0,5795	753,73	
1322	0,22	116	531,37	29,15	0,5398	177,79	
1321	0,04	55	1340,37	30,33	0,5617	487,62	
132	0,02	10	434,80	23,12	0,4282	554,93	
131	0,29	274	938,37	27,35	0,5065	526,35	
14	0,24	312	1277,44	25,39	0,4702	415,33	
13	0,02	19	1056,60	21,19	0,3924	652,01	
12	0,17	130	751,52	29,50	0,5463	1194,58	
11	0,28	362	1294,24	31,93	0,5913	215,31	
1	0,03	6	189,56	16,21	0,3002	159,33	

Niederschlag			Abflussbeiwertklasse	
Dauer [']	u	w	Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
5	5,6	3,9	0	0
10	10,7	9,9		
15	14,1	13,8	1	>0-10
20	16,1	16,2		
30	19,2	19,7	2	11-30
45	22,2	23,2		
60	24,3	25,7	3	31-50
90	27,3	29,2		
120	29,7	31,8	4	51-75
150				
180	33,9	36,3	5	>75
210				
240	36,8	39,4	6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)
300	40	40		
360	42,6	40,5		
420	44,8	41		
480	46,7	41,3		
540	48,4	41,6		
600	49,9	41,9		
660				
720	52,5	42,4		

Dobereinbach (Corine Land Cover – Datensatz)

Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	Fichtenwald, >50% Fi (keine bzw. wenig Bodenvegetation-nudum) Grob-Boden (auch mit Feinanteil, locker)	2
II	Fichtenwald, >50% Fi (mit Moosen bzw.einzelnen Zwergsträuchern) Grob-Boden (mit Feinanteil, locker)	3
III	Latsche, Baumvegetation , Grob-Boden, Rohhumusauf flachgründig auf subanstehendem Fels,vergrast mit freien Felsflächen	5
IV	Latschenkrummholz (auch beigemischt Zwergsträucher und einzelne Bäume) Grob-Boden (locker, Humusauflage),keine Beweidung bzw.sonst. Nutzung	3
V	Mähwiesen , Grob-Boden (auch mit Feinanteil locker), Kurzweide	3
VI	Mähwiesen , Grob-Boden (auch mit Feinanteil locker), keine Weide und sonstige Nutzung	2
VII	Laubwälder und Laub-/Nadelmischwälder Grob-Boden (mit Feinanteil, locker),z.T. vergrast,extensiv beweidet	2
VIII	alpine Rasen (nicht Bürstling), Fein-Boden (locker), Beweidung, Schiabfahrt	2
IX	alpine Rasen (nicht Bürstling), Grob-Boden (locker), keine Weide	2
X	alpine Rasen (nicht Bürstling), subanstehender Fels, sehr flachgründig	1
XI	Vegetationslos bzw. initiale Stadien einer Vegetationsbildung Fels (geklüftet-stark geklüftet)	1

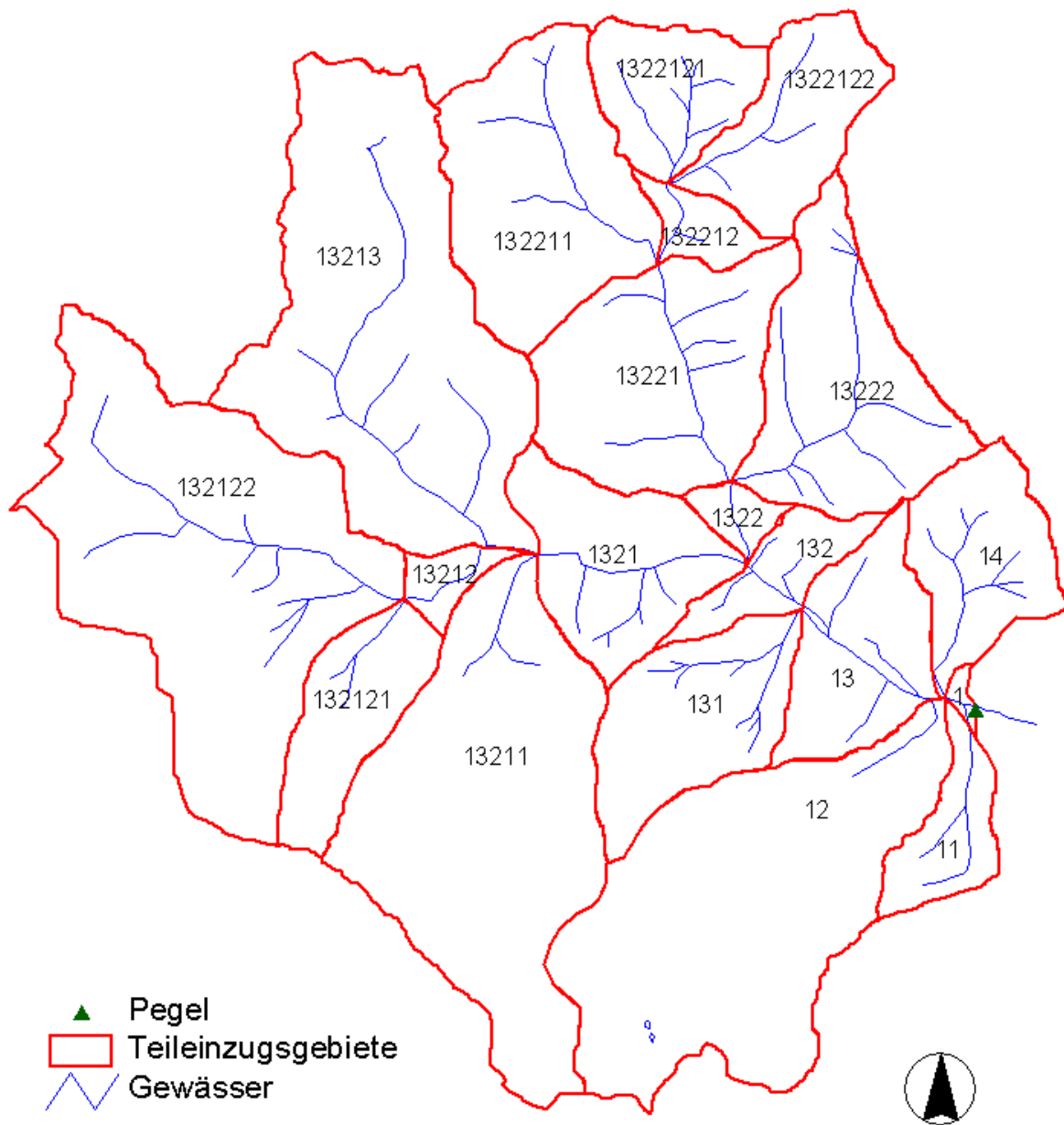
Dobreinbach (Corine Land Cover – Datensatz)

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert	I	II	IV	VI	V	VII	IX	III	VIII	XI	X
		Rauigkeit	2	3	3	2	3	2	2	5	2	1	1
1	0,04054		2.227			1.827							
11	0,46513		46.275			0.238							
12	3,22274		107.894			0.587			52.638	161.155			
13	0,96085		79.670			16.415							
14	0,88885		88.265			0.620							
131	1,08626		108.179			0.447				0.033			
132	0,42383		34.494			7.889							
1321	1,09785		66.133			6.041		37.611					
1322	0,16252		8.874			1.671		5.707					
13221	1,73924		104.267	0.037				68.441	0.466				0.713
13222	1,55976		106.365					46.964	2.647				
132211	1,72673		29.103	52.125	30.808			23.257	13.059				24.321
132212	0,24991		19.964	4.965				0.061	0.001				
1322121	0,73392		17.987	41.122					14.283				
1322122	0,88356		68.057	4.068				0.476	15.755				
13211	3,14876		189.260			2.117			26.088	58.627		38.784	
13212	0,18035		14.836			3.199							
13213	3,47876		32.734	86.680	47.688	10.308		61.599	105.698				3.169
132121	0,76659		76.425			0.234							
132122	3,72516		201.896	104.852		4.104	27,313		12.447		21.904		

Dobreinbach (Corine Land Cover – Datensatz)

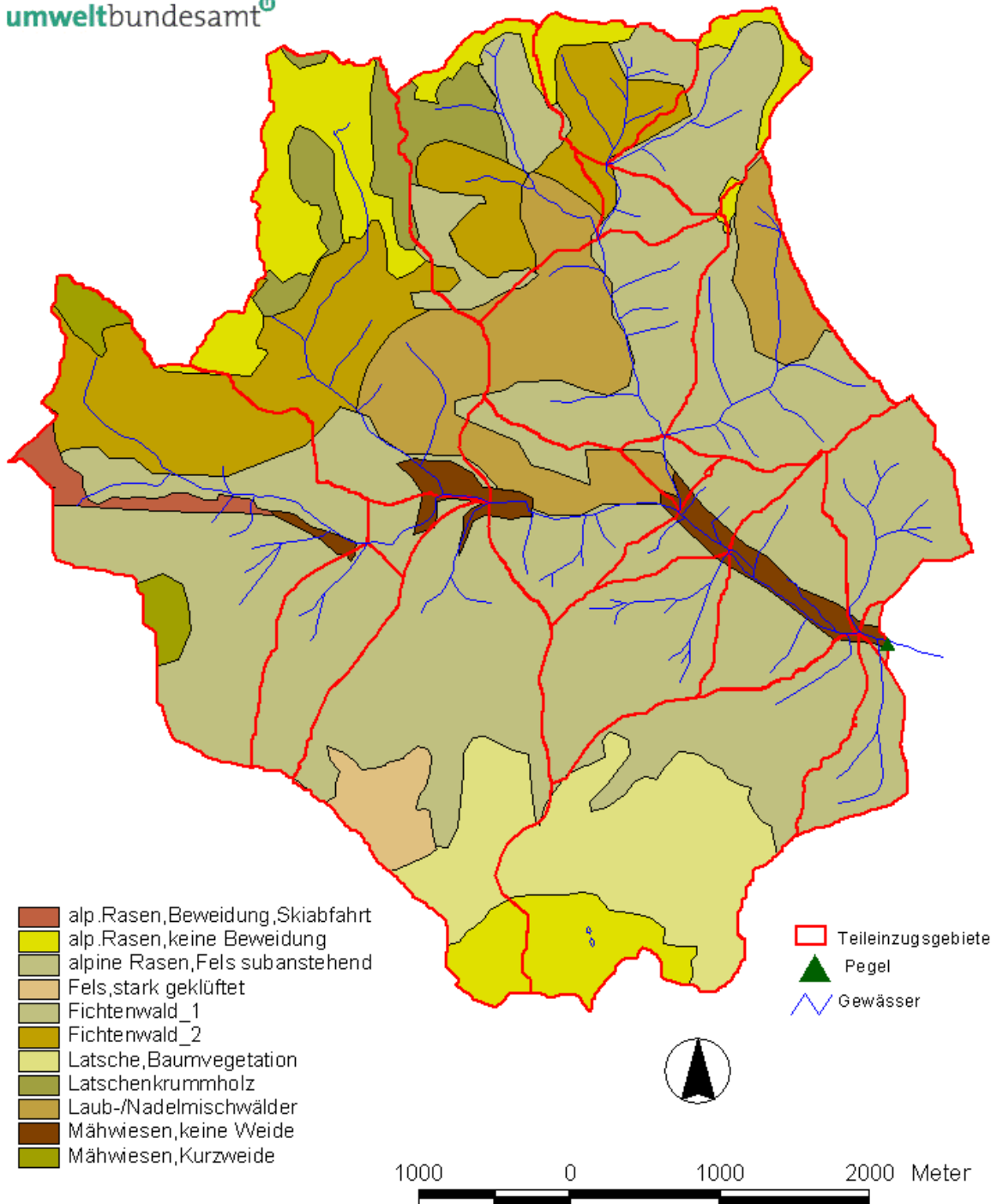
TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen					Rauigkeitsklassen				
		0	1	2	4	5	1	2	3	5	
132122	372,516	201,896	108,956	39,76	21,904			240,351	132,165		
132121	76,659	76,425	0,234					76,659			
13213	347,876	32,734	144,676	167,297		3,169	3,169	210,339	134,368		
13212	18,035	14,836	3,199					18,035			
13211	314,876	189,26	2,117	26,088	97,411		38,784	217,465		58,627	
1322122	88,356	68,057	4,068	16,231				84,288	4,068		
1322121	73,392	17,987	41,122	14,283				32,27	41,122		
132212	24,991	19,964	4,965	0,062				20,026	4,965		
132211	172,673	29,103	82,933	36,316		24,321	24,321	65,419	82,933		
13222	155,976	106,365		49,611				155,976			
13221	173,924	104,267	0,037	68,907		0,713	0,713	173,174	0,037		
1322	16,252	8,874	1,671	5,707				16,252			
1321	109,785	66,133	6,041	37,611				109,785			
132	42,383	34,494	7,889					42,383			
131	108,626	108,179	0,447		0,033			108,626			
14	88,885	88,265	0,62					88,885			
13	96,085	79,67	16,415					96,085			
12	322,274	107,894	0,587	52,638	161,155			161,119		161,155	
11	46,513	46,275	0,238					46,513			
1	4,054	2,227	1,827					4,054			

Dobreinbach



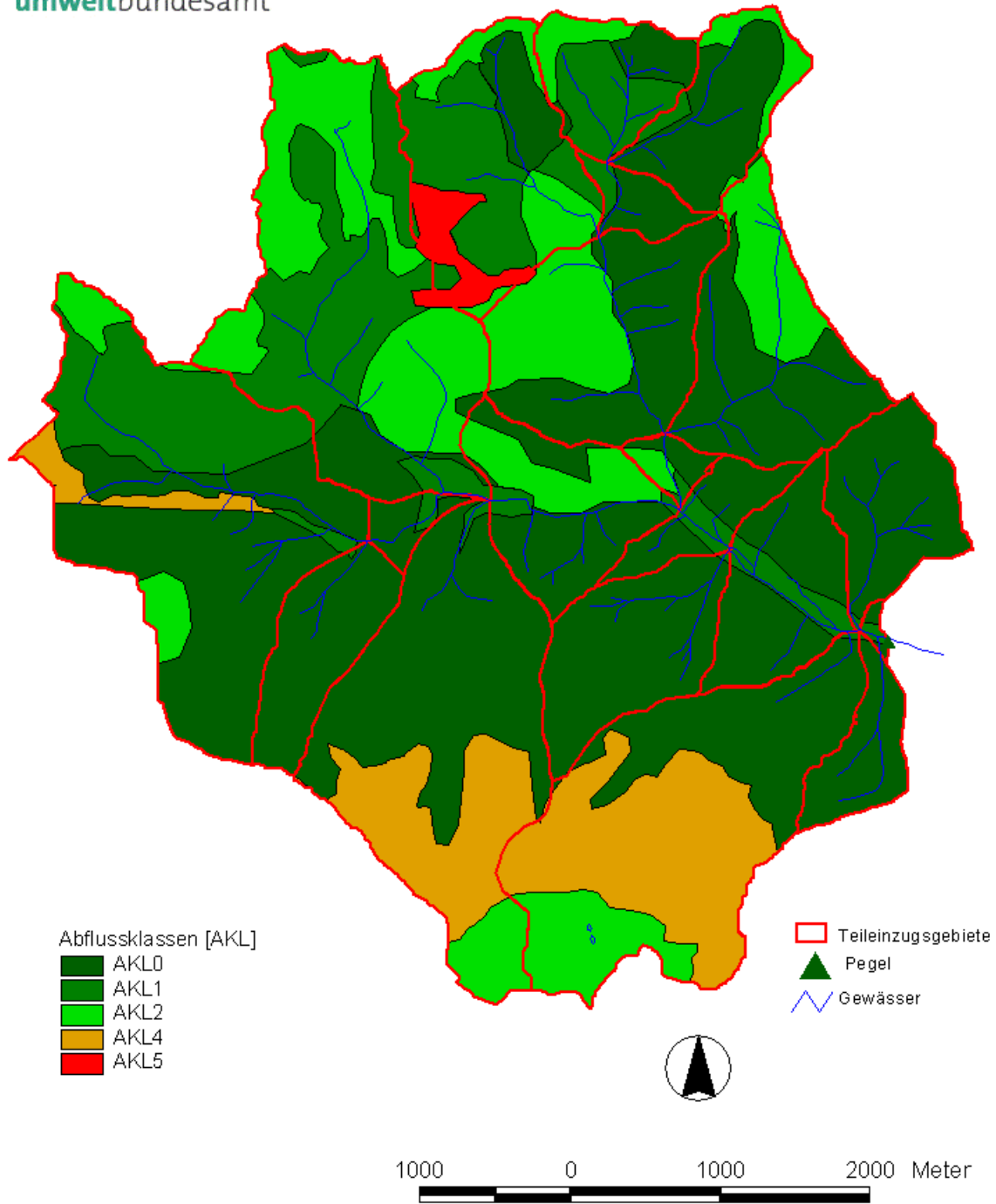
Dobreinbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Dobreinbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt^U



Pöllauprätsbach (Einzugsgebietsparameter)

Gerinneparameter				Oberflächenparameter			
TEZG	Neigung (absolut)	Δh	Länge[m]	Neigung[°]	Neigung (absolut)	Länge[m]	
11222222	0,12	98	788,17	14,18	0,2626	400,03	
11222221	0,15	127	841,87	15,04	0,2785	297,45	
1122222	0,08	53	634,39	14,9	0,2759	169,23	
1122221	0,17	152	895,49	15,76	0,2919	356,13	
112222	0,10	21	205,58	18,83	0,3487	102,92	
112221	0,16	316	1959,54	18,19	0,3369	480,86	
11223	0,09	109	1212,72	12,28	0,2274	452,26	
11222	0,07	73	1110,74	15,32	0,2837	251,54	
11221	0,11	276	2520,23	14,04	0,2600	518,93	
1121212	0,14	176	1221,75	14,53	0,2691	408,73	
1121211	0,13	113	881,49	15,43	0,2857	466,1	
112122	0,13	133	1054,72	13,03	0,2413	331,2	
112121	0,10	57	577,71	14,23	0,2635	123,19	
11212	0,08	95	1210,39	12,44	0,2304	277,74	
11211	0,11	280	2483,01	13,25	0,2454	393,01	
1122	0,05	54	1075,81	11,35	0,2102	534,71	
1121	0,05	39	791,45	13,17	0,2439	228,33	
112	0,03	12	467,98	10,33	0,1913	371,16	
111	0,09	127	1347,77	9,64	0,1785	309,05	
1222	0,13	94	717,92	15,21	0,2817	455,97	
1221	0,16	108	659,68	15,85	0,2935	249,73	
122	0,11	135	1215,79	14,11	0,2613	520,12	
121	0,13	175	1374,27	13,69	0,2535	263,98	
12	0,06	114	2048,19	15,04	0,2785	565,76	
11	0,03	32	1055,42	9,78	0,1811	367,35	
1	0,01	2	150,68	9,05	0,1676	176,25	

Niederschlag			Abflussbeiwertklasse	
Dauer [']	u	w	Abflussbeiwertklasse (AKL)	Oberflächenabfluss in % des Niederschlages
5	5,5	3,7	0	0
10	9,3	7,1		
15	11,8	9,3	1	>0-10
20	13,3	10,6		
30	15,6	12,6	2	11-30
45	17,9	14,6		
60	19,5	16	3	31-50
90	21,7	18		
120	23,5	19,3	4	51-75
150	25,2	20,5		
180	26,5	21,5	5	>75
210	27,7	22,4		
240	28,7	23,2	6	1,0(vernässte, versiegelte Flächen)
300	32,2	24,4		
360	35	25,3		
420	37,4	26,1		
480	39,4	26,8		
540	41,2	27,4		
600	42,9	28		
660	44,3	28,5		
720	45,7	28,9		

Pöllauprätsbach (Corine Land Cover – Datensatz)

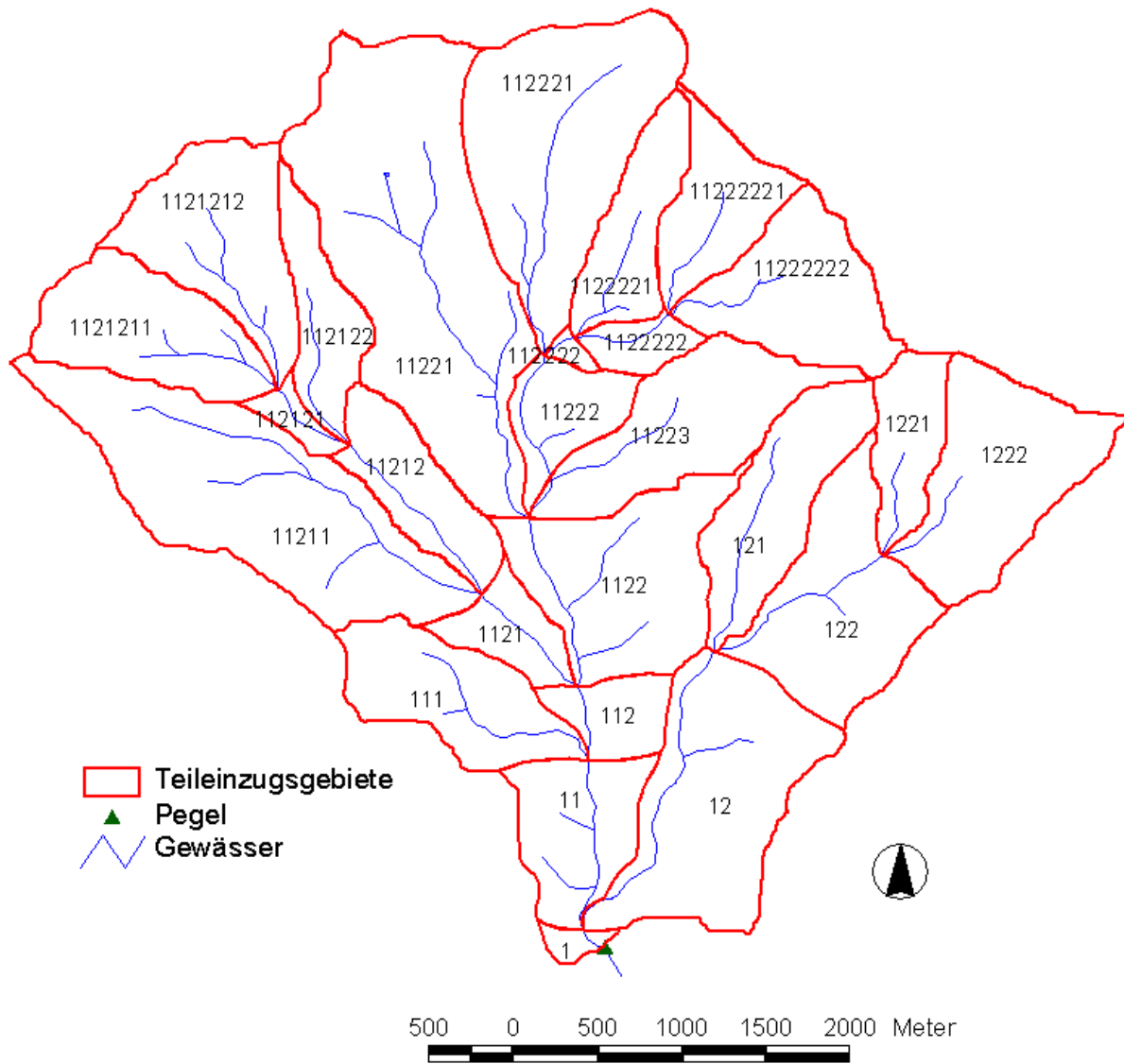
Abflussbeiwerte		Raugigkeit
I	Fichtenwald, >50% Fi (keine bzw. wenig Bodenvegetation-nudum) Grob-Boden (auch mit Feinanteil, locker)	1
II	Laubwälder und Laub-/Nadelmischwälder Fein-Boden, locker (hohe Bioturbation,Laubstreuauflage, Bodenvegetation)	2
III	Mähwiesen Fein-Boden, periodisches Befahren mit schwerem Gerät	3
IV	Mähwiesen Grob-Boden, keine Weide und sonstige Nutzung	2
V	Mähwiesen Gob-Boden, Kurzweide	2

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert Raugigkeit	I 1	II 2	IV 2	V 2	III 3
1	0,06365			2.496			3.869
11	0,60624			14.788			45.836
12	1,36984		33.362	70.447	14.707	7.543	10.925
121	0,7536		0.226	2.832		41.436	30.866
122	1,0173		47.352	21.336		32.743	0.299
1221	0,40055		13.991			26.064	
1222	1,03316		32.080			71.236	
111	0,74804			22.611			52.193
112	0,29024			1.784			27.240
1121	0,29673			10.035			19.638
1122	1,0803			25.751		4.971	77.308
11211	1,8375			29.257		60.197	94.296
11212	0,5227			20.978			31.292
112121	0,1107						11.070
112122	0,45146					8.397	36.749
1121211	0,80396					43.715	36.681
1121212	0,88569					44.936	43.633
11221	2,41379			24.597		92.030	124.752
11222	0,37541			15.702			21.839
11223	0,92453			17.900		10.616	63.937
112221	1,51817			21.772		77.181	52.864
112222	0,04204			4.040			0.164
1122221	0,51522			2.966		20.187	28.369
1122222	0,18334			17.851			0.483
11222221	0,53173		3.177	0.070		33.601	16.325
11222222	0,82425		0.648	4.742		47.781	29.254

Pöllauprätsbach (Corine Land Cover – Datensatz)

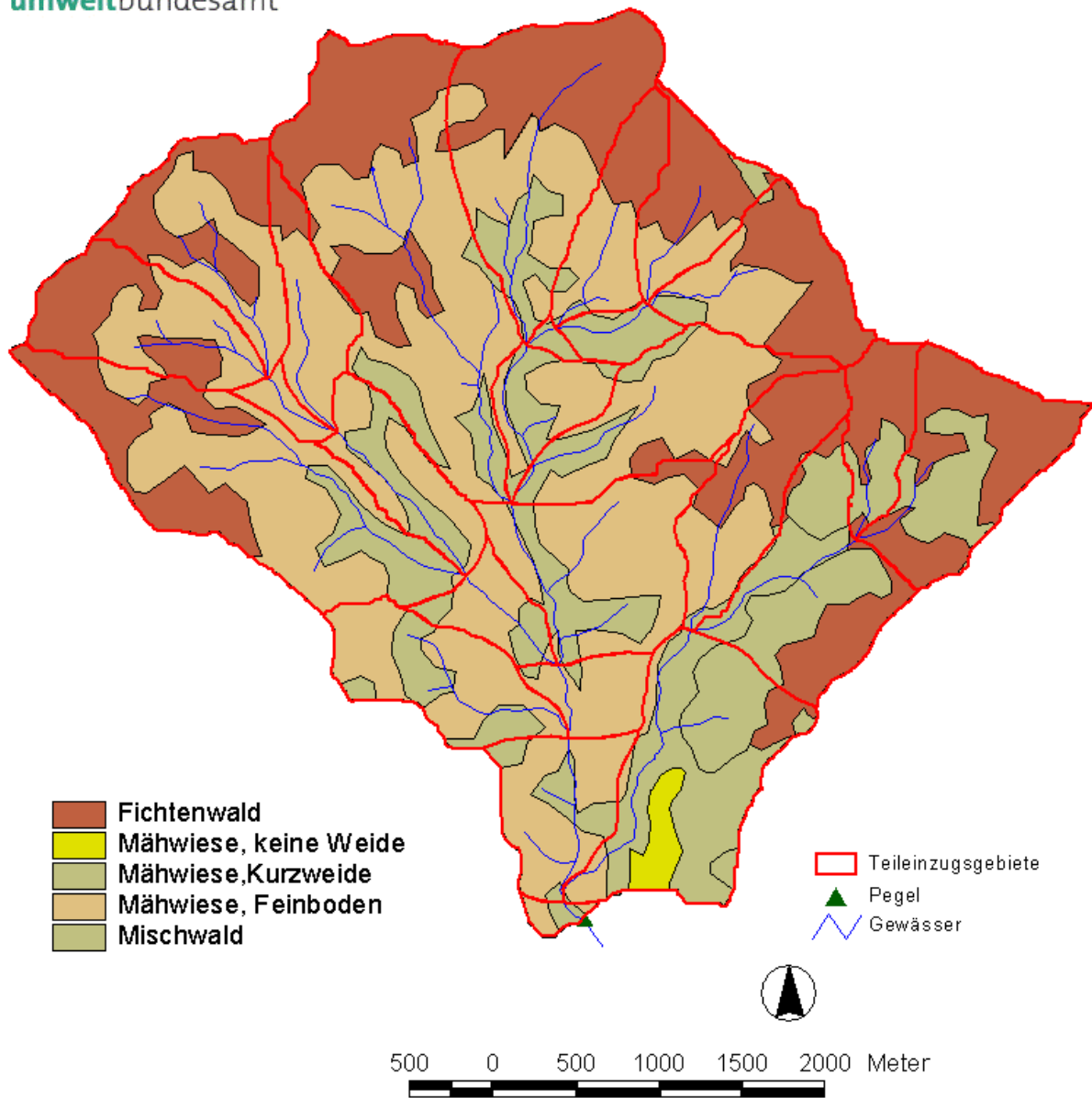
TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen			Rauigkeitsklassen		
		0	1	2	1	2	3
11222222	82,425	0,648	4,742	77,035	0,648	52,523	29,254
11222221	53,173	3,177	0,07	49,926	3,177	33,671	16,325
1122222	18,334		17,851	0,483		17,851	0,483
1122221	51,522		2,966	48,556		23,153	28,369
112222	4,204		4,04	0,164		4,04	0,164
112221	151,817		21,772	130,045		98,953	52,864
11223	92,453		17,9	74,553		28,516	63,937
11222	37,541		15,702	21,839		15,702	21,839
11221	241,379		24,597	216,782		116,627	124,752
1121212	88,569			88,569		44,936	43,633
1121211	80,396			80,396		43,715	36,681
112122	45,146			45,146		8,397	36,749
112121	11,07			11,07			11,07
11212	52,27		20,978	31,292		20,978	31,292
11211	183,75		29,257	154,493		89,454	94,296
1122	108,03		25,751	82,279		30,722	77,308
1121	29,673		10,035	19,638		10,035	19,638
112	29,024		1,784	27,24		1,784	27,24
111	74,804		22,611	52,193		22,611	52,193
1222	103,316	32,08		71,236	32,08	71,236	
1221	40,055	13,991		26,064	13,991	26,064	
122	101,73	47,352	21,336	33,042	47,352	54,079	0,299
121	75,36	0,226	2,832	72,302	0,226	44,268	30,866
12	136,984	33,362	85,154	18,468	33,362	92,697	10,925
11	60,624		14,788	45,836		14,788	45,836
1	6,365		2,496	3,869		2,496	3,869

Pöllauprätisbach



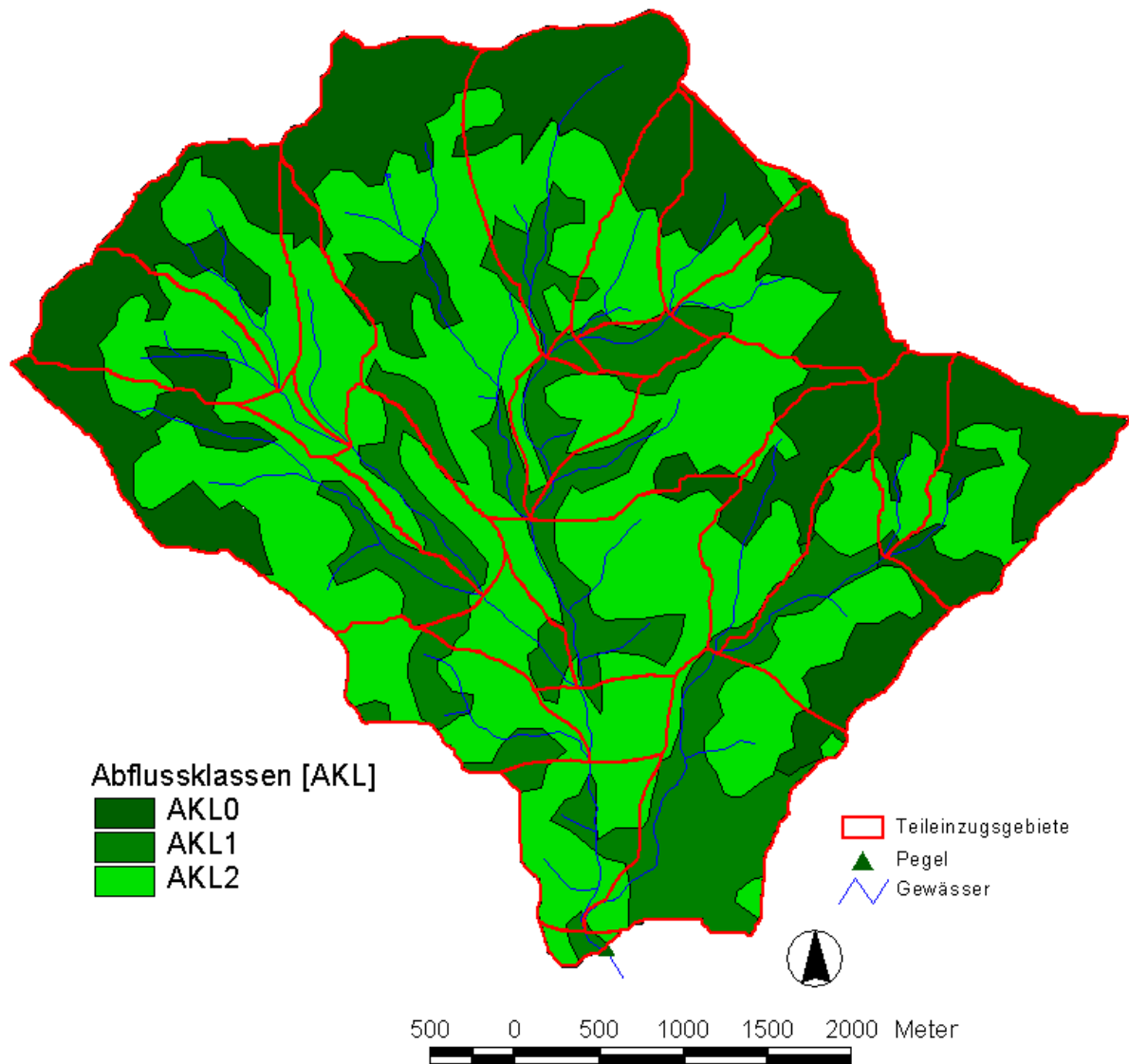
Pöllauprätisbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Pöllauprätisbach (Corine Land Cover – Datensatz)

umweltbundesamt[®]



Pöllauprätsbach (Seger Datensatz)

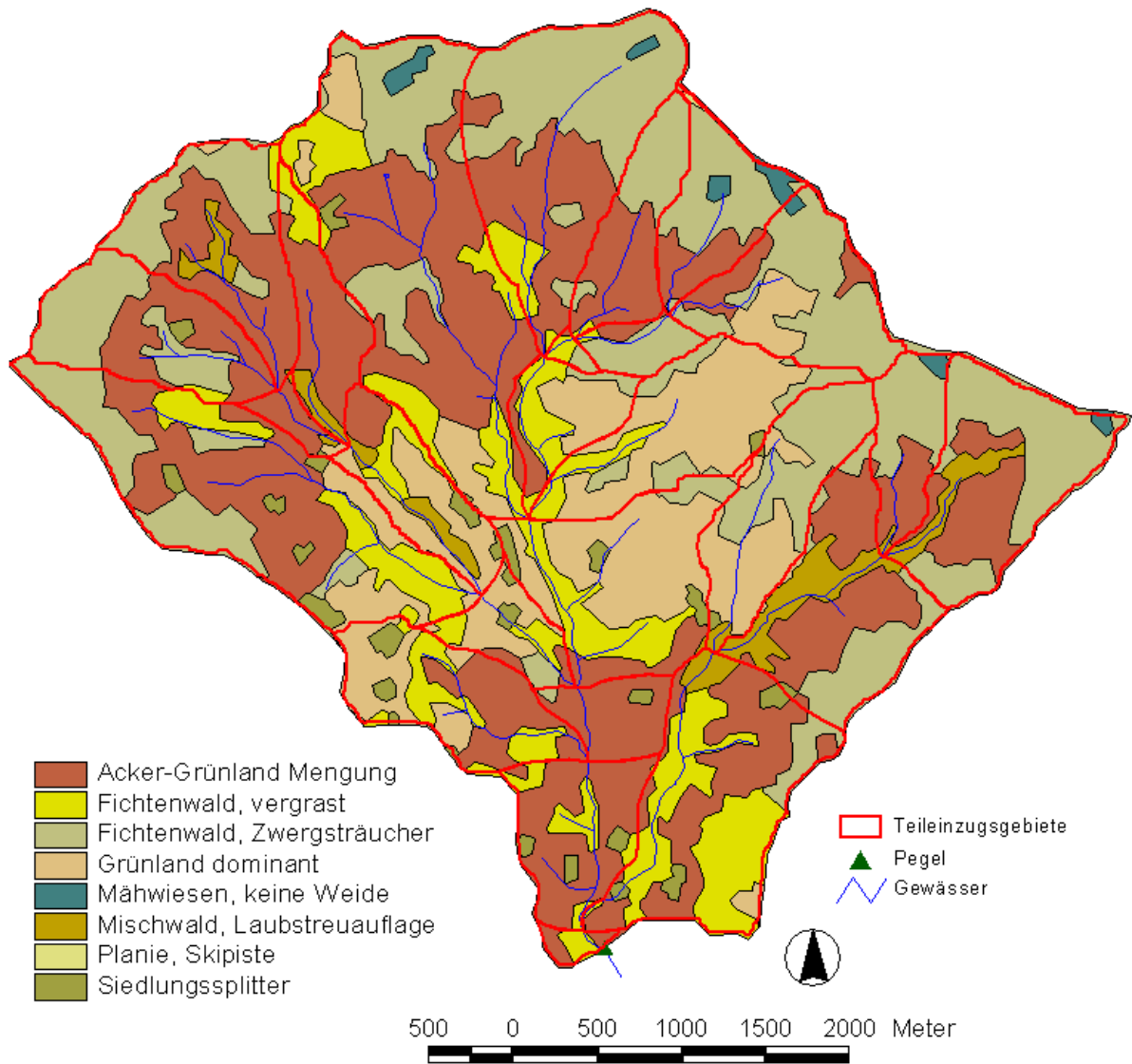
Abflussbeiwerte		Rauigkeit
I	Siedlungssplitter , (Weiler, Hausgruppen abseits gewachsener Bebauung)	1
II	Acker-Grünland Mengung , Fein-Boden,locker, periodisches Befahren mit scherem Gerät	2
III	Grünland dominant , Grob-Boden, auch mit Feinanteil locker, Kurzweide	2
IV	Mähwiesen Grob-boden, auch mit Feinanteil, locker, keine Weide und sonstige Nutzung	3
V	Planie , Fein-boden, dicht, Schipiste, Mahd, Beweidung, dicher Oberboden daher Infiltration stark eingeschränkt	1
VI	Fichtenwald, >50% Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern), Grob-Boden auch mit Feinanteil, Überschirmungsgrad >0,7, Strauchschicht, Zwergsträucher	4
VII	Fichtenwald, >50% Fi (mit Krautschicht bzw. Zwergsträuchern), Grob-Boden mit Feinanteil, locker, Bestand aufgelockert, Zwergsträucher, vergrast	3
VIII	Laubwald und Laub-/Nadelmischwald ,Fein-Boden,locker, hohe Bioturbation Laubstreuauflage, Bodenvegetation	2

TEZG	Fläche[km²]	Abflussbeiwert	IV	VI	VIII	III	VII	II	I	V
		Rauigkeit	3	4	2	2	3	2	1	1
1	0,06365						2.809	3.556		
11	0,60623						11.032	45.983	3.608	
12	1,36982			8.810	5.551	2.400	59.355	56.116	4.750	
121	0,74277			40.553	1.896	31.828		0.227	0.857	
122	1,00373			29.943	21.033	0.849		49.397	0.508	
1221	0,39244		1.661		0.810		23.130	14.453		
1222	1,03316		1.124		10.430		58.568	33.194		
111	0,74747			0.055		23.364	18.078	28.999	4.306	
112	0,28305			0.718				27.095	1.210	
1121	0,29674			3.302		14.011	6.570	3.544	2.247	
1122	1,07647			5.438	0.384	61.695	23.218	11.700	5.596	
11211	1,83751			49.356		21.719	32.270	73.048	7.358	
11212	0,52269				7.658	25.516	8.760	7.453	2.882	
112121	0,0912				0.968	0.779		9.120	0.203	
112122	0,45145			1.518	4.478		6.060	33.089		
1121211	0,80396			43.589			1.682	33.752	1.373	
1121212	0,87856			34.306	6.974	0.713	1.693	44.883		
11221	2,41377		3.819	55.708		23.335	40.254	115.999	2.262	
11222	0,3754			3.048		16.383	13.091	5.018		
11223	0,91508			18.087		63.433	9.988	0.029	0.918	
112221	1,51817		1.354	83.067			9.963	57.433		
112222	0,03923			1.883			2.040	0.282		
1122221	0,50974			22.050			0.545	28.924		0.004
1122222	0,17615			15.039			0.719	2.576		
11222221	0,52366		4.821	32.725				14.820		0.805
11222222	0,82425		1.009	53.154		15.272		12.990		

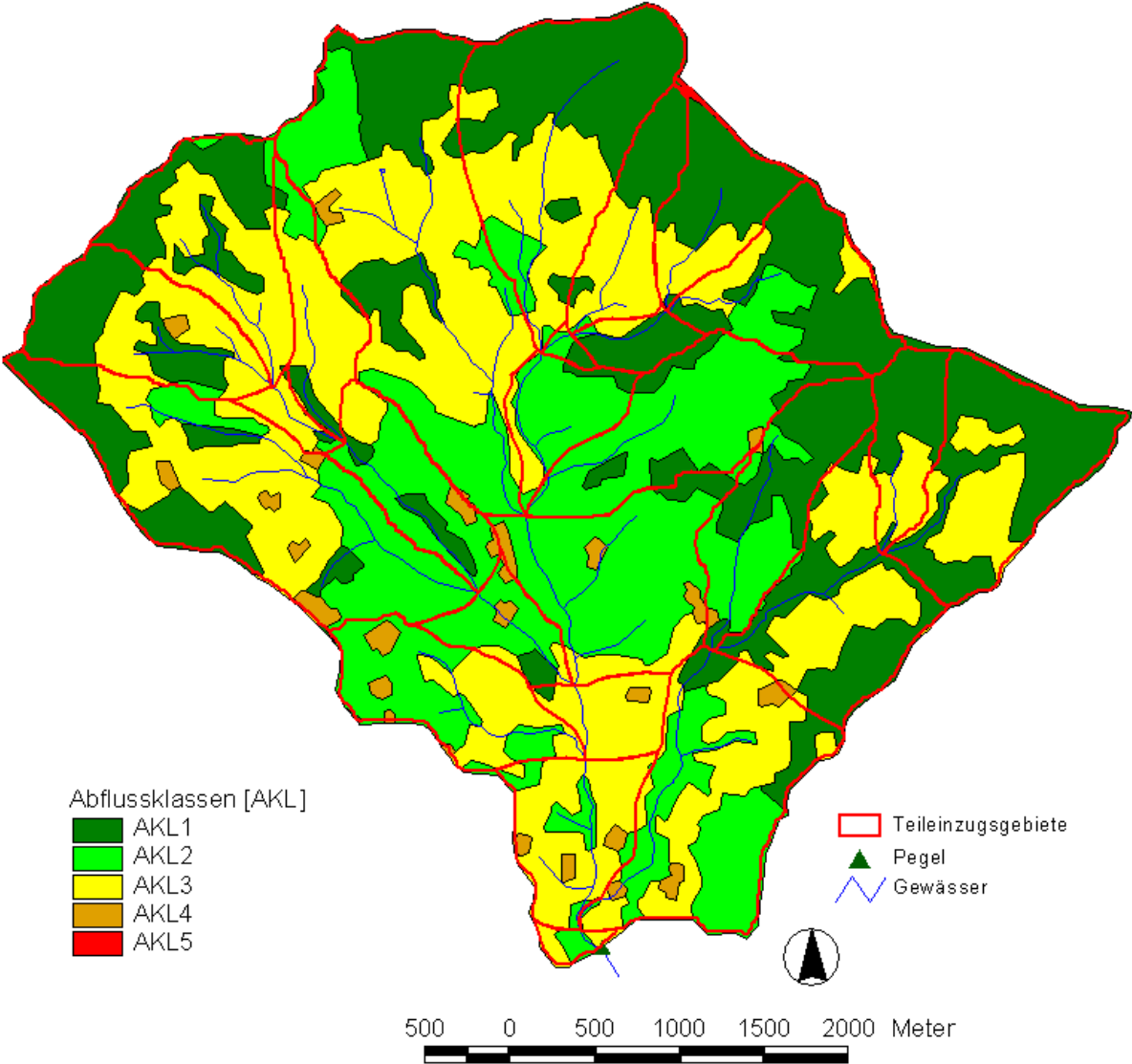
Pöllauprätsbach (Seger Datensatz)

TEZG	Fläche[ha]	Abflussbeiwertklassen				Rauigkeitsklassen			
		1	2	4	5	1	2	3	4
11222222	82.425	54,163	28,262				28,262	1,009	53,154
11222221	52.366	37,546	14,82		0,805	0,805	14,82	4,821	32,725
1122222	17.615	15,039	3,295				2,576	0,719	15,039
1122221	50.974	22,05	29,469		0,004	0,004	28,924	0,545	22,05
112222	3.923	1,883	2,322				0,282	2,04	1,883
112221	151.817	84,421	67,396				57,433	11,317	83,067
11223	91.508	18,087	73,45	0,918		0,918	63,462	9,988	18,087
11222	37.540	3,048	34,492				21,401	13,091	3,048
11221	241.377	59,527	179,588	2,262		2,262	139,334	44,073	55,708
1121212	87.856	41,28	47,289				52,57	1,693	34,306
1121211	80.396	43,589	35,434	1,373		1,373	33,752	1,682	43,589
112122	45.145	5,996	39,149				37,567	6,06	1,518
112121	9.120	0,968	9,899	0,203		0,203	10,867		
11212	52.269	7,658	41,729	2,882		2,882	40,627	8,76	
11211	183.751	49,356	127,037	7,358		7,358	94,767	32,27	49,356
1122	107.647	5,822	96,613	5,596		5,596	73,779	23,218	5,438
1121	29.674	3,302	24,125	2,247		2,247	17,555	6,57	3,302
112	28.305	0,718	27,095	1,21		1,21	27,095		0,718
111	74.747	0,055	70,441	4,306		4,306	52,363	18,078	0,055
1222	103.316	11,554	91,762				43,624	59,692	
1221	39.244	2,471	37,583				15,263	24,791	
122	100.373	50,976	50,246	0,508		0,508	71,279		29,943
121	74.277	42,449	32,055	0,857		0,857	33,951		40,553
12	136.982	14,361	117,871	4,75		4,75	64,067	59,355	8,81
11	60.623		57,015	3,608		3,608	45,983	11,032	
1	6.365		6,365				3,556	2,809	

Pöllauprätisbach (Segger Datensatz)



Pöllauprätisbach (Segeer Datensatz)



Anhang 9.2: Wasserverlustkoeffizient C

Bodenbeschaffenheit	C		
gültig für kleinste Flächen, Starkregen kurzer Dauer und Wiederkehrperioden von 5 - 10 Jahren. ** (Seite 46)			
<u>1. Nach Hörler [78]</u>			
Metall- und Schieferdächer	0,95		
Strassen mit fugenlosen Belägen	0,85 - 0,95		
Schotterstrassen	0,25 - 0,45		
Kieswege	0,15 - 0,30		
Parkanlagen (flach)	0,10 - 0,25		
Wald, Wiesen, Aecker (flach)	0,05 - 0,20		
<u>2. Nach Linsley, Kohler und Paulhus [71]</u>			
Wohngebiet (flach) zu 30% undurchlässig	0,40		
Wohngebiet (mittelsteil) zu 50% undurchlässig	0,65		
Wohngebiet (voll überbaut) zu 70% undurchlässig	0,80		
Ackerland (flach), offener Sandboden	0,20		
Ackerland (gewellt), lehmiger Boden	0,50		
Hügelland, lehmiger Boden	0,50		
<u>3. Nach ASCE-Manual No 37 [79]</u>			
Parkanlagen	0,10 - 0,25		
Wiesland, unbearbeitet (wild)	0,10 - 0,30		
Wiesland, auf sandigem Boden			
$J_{Ob} \leq 2\%$	0,05 - 0,10		
2 - 7%	0,10 - 0,15		
$\geq 7\%$	0,15 - 0,20		
Wiesland, auf lehmigem Boden			
$J_{Ob} \leq 2\%$	0,13 - 0,17		
2 - 7%	0,18 - 0,22		
$\geq 7\%$	0,25 - 0,35		
<u>4. Nach Bernhard [80]</u>			
gültig für wenig geneigtes Gelände	angebau- tes Land	Weide	Wald
- mit überdurchschnittlicher Infiltrationsrate, gewöhnlicher sandiger bis steiniger Boden (tiefgründig)	0,20	0,15	0,10
- mit durchschnittlicher Infiltrationsrate, lehmhaltige und verwandte Böden (keine Tonböden)	0,40	0,35	0,30
- mit unterdurchschnittlicher Infiltrationsrate, schwerer Lehmboden, Tonböden, dichte starklehmige Moräneböden, Boden mit Lehmschichten in Oberflächennähe, wenig tiefgründige Böden auf undurchlässigem Fels; bei steilem Gelände und sehr seltenen Ereignissen kann sich dieses C bis um 50% und mehr erhöhen	0,50	0,45	0,40
(Fortsetzung nächste Seite)			

5. Urner Reusstal (Fortsetzung Tabelle 5.2)		
gültig für "Kleineinzugsgebiete" im <u>Urner Reusstal</u> , berechnet aus extremen Hochwasserereignissen *		
Witenwasserreuss/Realp Hochwasser 1958, 1960, 1965	11,3% vergletschert	0,41 - 0,57
Göschenerreuss/Abfrutt Hochwasser 1921, 1922, 1924	22,0% vergletschert	0,23 - 0,31
Schäche/Bürglen Hochwasser 1935, 1939	4,2% vergletschert	0,34 - 0,60
Alpbach/Bodenberg Hochwasser 1965 (verfälscht durch ungewöhnliche Ereignisse im Einzugsgebiet)	25,6% vergletschert	0,60 - 0,75(?)
Gültig für die <u>steilen Seiteneinzugsgebiete</u> der Reuss (mittelgrosse bis kleine Wildbäche) für 100jährliche und seltenerere Ereignisse (ohne Retension in Schwemm- kegeln und Talalluvionen etc.)		
kristalline Gebiete		0,5 - 0,6
Kalk/Dolomit-Gebiete		0,4 - 0,5
Flyschgebiete (grösstenteils Lehmböden)		0,6 - (0,9)
* Sämtliche Werte sind infolge Gletscherschmelze (trotz spezieller Auswahl) etwas verfälscht (zu gross)		

Anhang 9.3: Wasserabflusskoeffizient c

Bodenbeschaffenheit	c
Asphaltbelag (glatt) auf Strasse	0,007
Betonbelag auf Strasse	0,012
Mähwiese (gepflegt)	0,046
Gras, hoch und dicht, auf torfigem Boden	0,060
Mähwiesen (Flysch der Voralpen) bei $J_{Ob} \sim 20\%$ *	0,046 - - 0,050
ein Wert von 0,100 dürfte kaum überschritten werden	

Anhang 9.4: Energieverlustkoeffizient

Tabelle 5.3 Zusammenstellung einiger k-Werte in $m^{1/3}/sec$ (siehe [81 - 83] und eigene Messungen)

	k-Wert			k-Wert	
	Bereich	Durchschnittswert		Bereich	Durchschnittswert
1. Kanäle					
Blechkännel, glatt	70 - 90	80	Erdkanäle		
"Wellblech-Kanäle" (System ARMCO)	33 - 47	40	- gerade, leicht verwittert	40 - 55	45
Holzkanäle, Bretter gesägt	65 - 85	75	- in sauberem Kies	33 - 45	40
Mauerwerk, mit Mörtel verfugt	33 - 59	40	- mit kurzem Gras und einigen Weiden	30 - 45	37
Trockenmauerwerk	28 - 43	31			
Beton, Glattstrich	(65)- 90	77	Erdkanäle		
- verputzt (normal)	60 - 75	67	- gewunden, ohne Vegetation	33 - 43	40
- geschalt (Sichtbeton)	50 - 72	58	- mit Gras und einigen Weiden	30 - 40	33
Gunit auf rohem Felsausbruch	.. - 45	35	- stark bebuscht, Kanal tief	25 - 33	28
			- Erdsohle und Ufer-Riprap	28 - 36	33
			- Steinsohle und Ufer bebuscht	25 - 40	30
Betonsohle mit Böschungsverkleidung					
- gemauert (mit Mörtel verfugt)	40 - 60	50	Felskanäle		
- Trockenmauerwerk oder Riprap	28 - 50	30	- Fels nachgearbeitet	25 - 40	28
			- sehr unregelmässig	20 - 28	25
Natursohle mit Böschungsverkleidung					
- Beton	40 - 60	50	Erdkanäle, nicht unterhalten, verbuscht		
- Mauerwerk	38 - 50	43	- dichtes Weidengebüsch bis Sohle	8 - 20	13
- Riprap	28 - 43	30	- Sohle sauber, Ufer verbuscht	13 - 25	20
			- vollständig verbuscht, (inkl. Sohle)	7 - 12	10

2. Naturgerinne					
(Flüsse mit einer max. Wasserspiegelbreite bei Hochwasser von 30 m)			Wildbäche, bei Hochwasser:		
Flachgerinne:			(Schätzwerte unverbaute Wildbäche max. Wasserspiegelbreite bei HQ 7 m)		
- saubere, ebene Sohle, gerade (Kiessandsohle)	30 - 40	33	- Grobkiessohle mit Steinen, gerade	20 - 25	-
- dito, mehr Steine, Uferweiden	25 - 33	28	- dito, stark gewunden, Sohle und Ufer sehr unregelmässig	15 - 20 (ev. 10)	-
- sauber, gewunden, einige Kiesbänke und Löcher	23 - 30	25	- Steinsohle mit einzelnen Blöcken, "gerade" Sohle und Ufer sehr unregelmässig	12 - 17	-
- dito, mehr Steine, Uferweiden	20 - 28	22	- Blocksohle, Ufer und Sohle sehr unregelmässig, viele Engnisse, Schnellen, Löcher	8 - 15	-
- dito, unregelmässige Ufer, uneben (kleine Gefällstufen etc.)	18 - 25	21	- dito, verwachsen mit starken Bäumen und Büschen und viel verklemmtem Altholz (welches nicht weggerissen wird)	5 - 12	-
- dito, mit mehr Steinen	16 - 23	20			
- dito, mit Widerwassern; tiefe Löcher und Uferweiden	12 - 20	14			
- dito, sehr stark verbuscht, im Vorland (Ueberschwemmungsbereich) mit dichtem Waldbestand und viel Unterholz (Hochwasserwerte)	6 - 13	10			
Gebirgsgerinne:			PS: Die k-Werte von Wildbächen variieren auf kurze Strecken sehr stark. Sie ändern sich oft während des Hochwassers. Bei sehr starker Geschiebeführung gilt die Gleichung von Strickler nicht mehr (geänderte Viskositätseigenschaften etc.); die Abhängigkeit der k-Werte von der Wasserführung ist meistens gross. (Grösste k-Werte bei HQ, kleinste bei NQ).		
(keine Vegetation im Gerinne, Steilufer, Ufervegetation im HQ-Bereich)			Grasgerinne, siehe Fig. 5.7		
- Sohle: Kies und Steine und einige Blöcke	20 - 33	25			
- Sohle: Steine und grosse Blöcke	14 - 25	20			
- Blocksohle, sehr unregelmässig z.T. aus dem Wasser ragend, mit kleinen Schnellen etc. (k ist sehr stark von Q abhängig)	10 - 15	-			