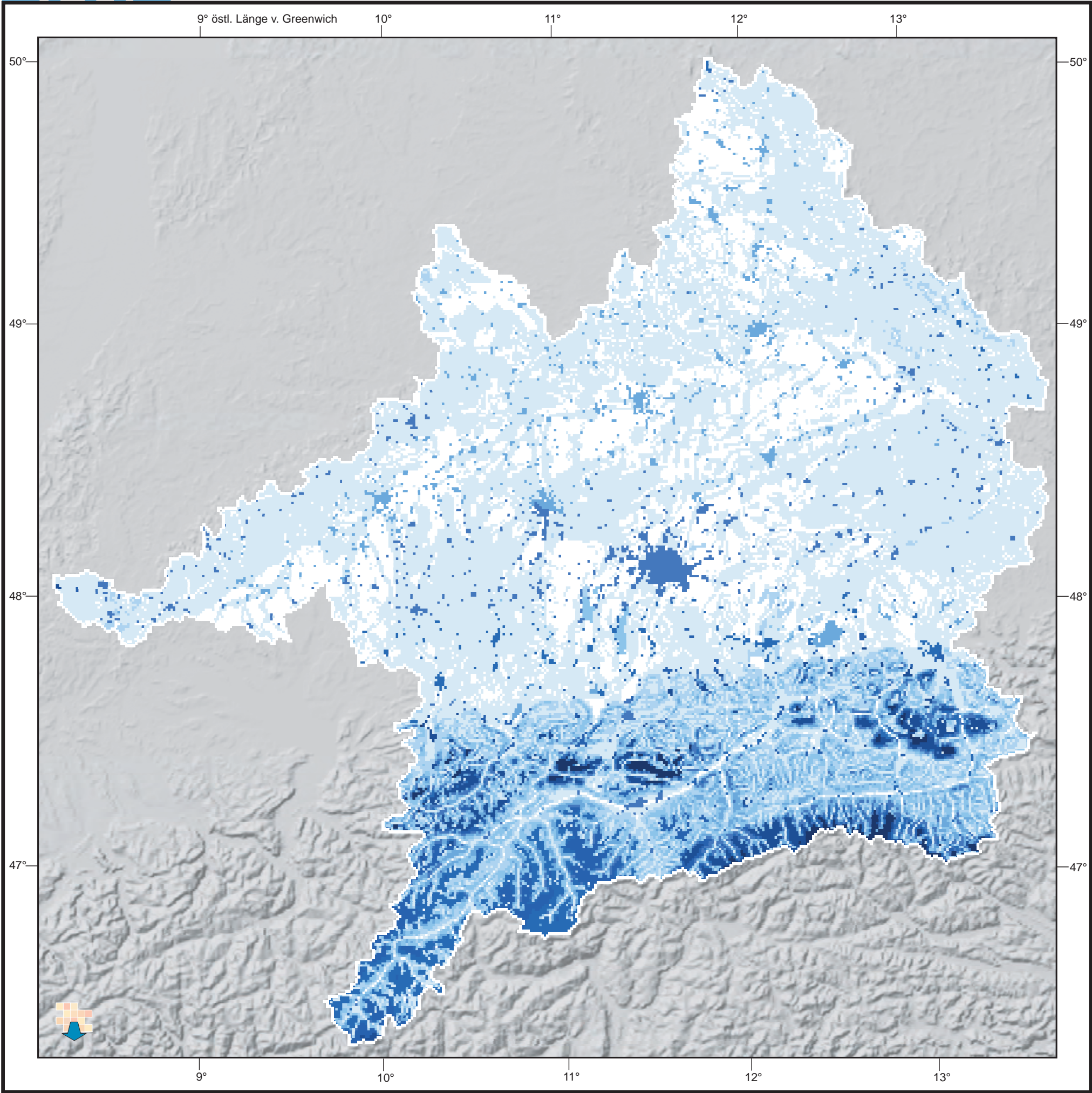












# 2.1.2



Abflussbildung pro km² im Referenzzeitraum 1971-2000

	[mm/Jahr]	[m³/Tag*km²]	[l/sec*km²]
	0 - 1	0 - 2,74	0 - 0,032
	> 1 - 100	> 2,74 - 274	>0,032 - 3,17
	> 100 - 300	> 274 - 821	> 3,17 - 9,51
	> 300 - 500	> 821 - 1.369	> 9,51 - 15,84
	> 500 - 750	>1.369 - 2.053	>15,84 - 23,77
	> 750 - 1.000	>2.053 - 2.738	>23,77 - 31,69
	>1.000 - 1.250	>2.738 - 3.422	>31,69 - 39,61
	>1.250 - 1.500	>3.422 - 4.107	>39,61 - 47,53
	>1.500 - 1.800	>4.107 - 4.928	>47,53 - 57,04
	>1.800	>4.928	>57,04

## GLOBAL CHANGE ATLAS EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:  
GLOWA-Danube-Projekt, Universität München (LMU)

### 2.1.2 Teilprojekt Hydrologie/Fernerkundung Abflussbildung

Rastergröße: 1 x 1 km²  
Maßstab: 1: 1.700.000



**Datengrundlagen:**  
DANUBIA-Bodenarten  
DANUBIA-Digitales Geländemodell  
DANUBIA-Landbedeckung und Landnutzung

**Autoren:**  
W. Mauser, R. Ludwig  
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung,  
Universität München

**Grafik:**  
Abt. Kartographie, Dept. für Geo- und Umweltwissenschaften LMU

## 2.1.2 Teilprojekt Hydrologie/Fernerkundung - Abflussbildung

### 1. Einleitung

Neben der Grundwasserneubildung spielt die Abflussbildung, hier definiert als die Summe aus Direkt- und Zwischenabfluss, an oder nahe der Geländeoberfläche eine bedeutsame Rolle für die Dynamik des Abflussgeschehens in den Fließgewässern. Die räumlich-zeitliche Variabilität der aktuellen Bodenfeuchte ist ein maßgeblicher Faktor der Abflussbildung, sie steuert die Retentionsfähigkeit des Bodenspeichers und ist somit der bestimmende Ausgangspunkt für die Entwicklung hydrologischer Extreme. Die Abflussbildung nahe oder an der Geländeoberfläche findet nur bei bestimmten Situationen statt; ihre modellhafte Beschreibung erfordert einen flächendifferenzierten und physikalisch basierten Ansatz, um mögliche Veränderungen in der Variabilität der oberflächennahen Abflussbildung als Folge des Globalen Wandels prognosefähig zu erfassen und im Modellverbund realistisch abzubilden. Gesteuert wird der Direktabfluss durch die bodenhydraulischen Eigenschaften, die Landbedeckung (z.B. Versiegelung) und das Niederschlagsverhalten, der Zwischenabfluss (Interflow) darüber hinaus über die Bodenphysik und die Topographie. Übersteigt die Niederschlagsintensität die Infiltrationskapazität des Bodens, so entsteht oberirdisch abfließender Infiltrationsüberschuss. Tritt Sättigung in der obersten Schicht ein, so wird der Sättigungsüberschuss ebenfalls dem Landoberflächenabfluss zugeführt.

### 2. Datenaufbereitung

Siehe 2.1.1 Grundwasserneubildung.

### 3. Modellbeschreibung

Siehe 2.1.1 Grundwasserneubildung.

Auf der betrachteten Modellskala wird nicht von einem lateralen Abtransport des gebildeten Abflusses in Form oberflächennahen Schichtfließens ausgegangen. Die horizontale Fließbewegung wird vielmehr im Modellverbund simuliert, indem der in der Modellkomponente *Soil* für jedes Proxel und jeden Modellzeitschritt berechnete Direkt- und Zwischenabfluss an das Gewässernetz (also an die Modellkomponente *Rivernetwork*) abgegeben wird. Jedes Proxel ist somit unmittelbar an das Gewässernetz angeschlossen.

### 4. Darstellung der Ergebnisse

Nebenstehende Karte zeigt die flächendifferenzierte Abflussbildung im Einzugsgebiet der Oberen Donau. Aus der räumlichen Verteilung der Abflussterme wird die Bedeutung der Landnutzung für den Abflussbildungsprozess deutlich. In der gegenwärtigen Modellversion wird jedes Proxel nur durch die dominante Landnutzung beschrieben. Dies führt im Falle versiegelter Flächen zu den hohen Direktabflussanteilen in den städtischen Gebieten. Auf schweren Böden (z.B. Tonboden, siehe Kapitel 1.2) tritt in geringerem Umfang auch Sättigungs- und Infiltrationsüberschuss, bei vorhandener Reliefenergie auch Zwischenabfluss, auf. Höhere Anteile an Zwischenabfluss treten nur in stark reliefierten Gebieten (Alpen, Bayerischer Wald) in größerem Umfang auf, prägen aber dort bisweilen das Abflussgeschehen. In Abbildung 2.1.2.1 ist der Verlauf der Abflussterme als Mittel über das Gesamtgebiet für das hydrologische Jahr 1999 dargestellt. Der hochfrequente Direktabflussanteil ist Ausdruck der raschen (Niederschlags-) Impulsantwort von den versiegelten Flächen. Der Verlauf des Abflussgangs zeigt die durch die Bodenwasserdynamik bestimmte Trägheit der verzögerten Abflusskomponenten, insbesondere der Grundwasserneubildung.

Abbildung 2.1.2.2 dient der Veranschaulichung des Bodenwasserhaushalts. Hier sind wesentliche Abflussterme ebenfalls für das hydrologische Jahr 1999 exemplarisch für einen Laubwaldstandort auf Lehm Boden (475 m ü. NN, nördlich Dillingen, Hanglage) dargestellt. Eine Rückkopplung der Bodenverdunstung und der Wurzelaufnahme der Pflanzen auf den Bodenwasserhaushalt wird vor allen Dingen im Spätsommer 1999 offensichtlich. Dort führt eine längere Phase geringer Niederschläge bei Strahlungswetter mit hoher Verdunstung zu einer starken Trocknung der oberen Bodenschichten. Die oberste Bodenschicht schützt sich vor weiterer Entnahme durch Evaporation durch den Aufbau eines feuchteabhängigen Evaporationswiderstands.

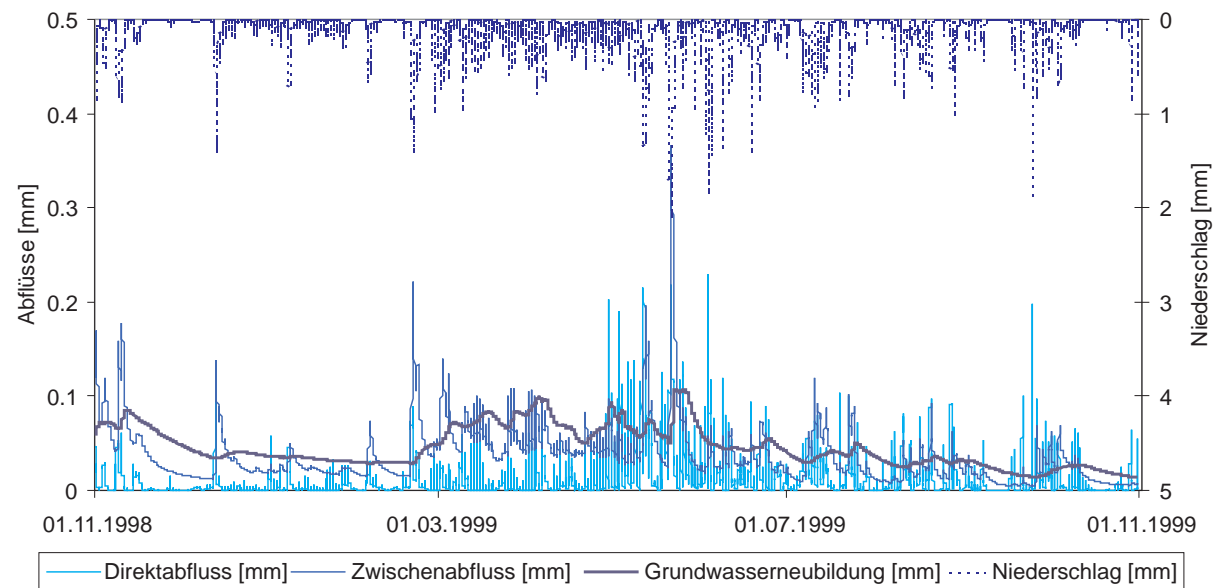


Abbildung 2.1.2.1: Terme der modellierten Wasserflüsse als Mittelwert über das Gesamtgebiet der Oberen Donau für das Jahr 1999

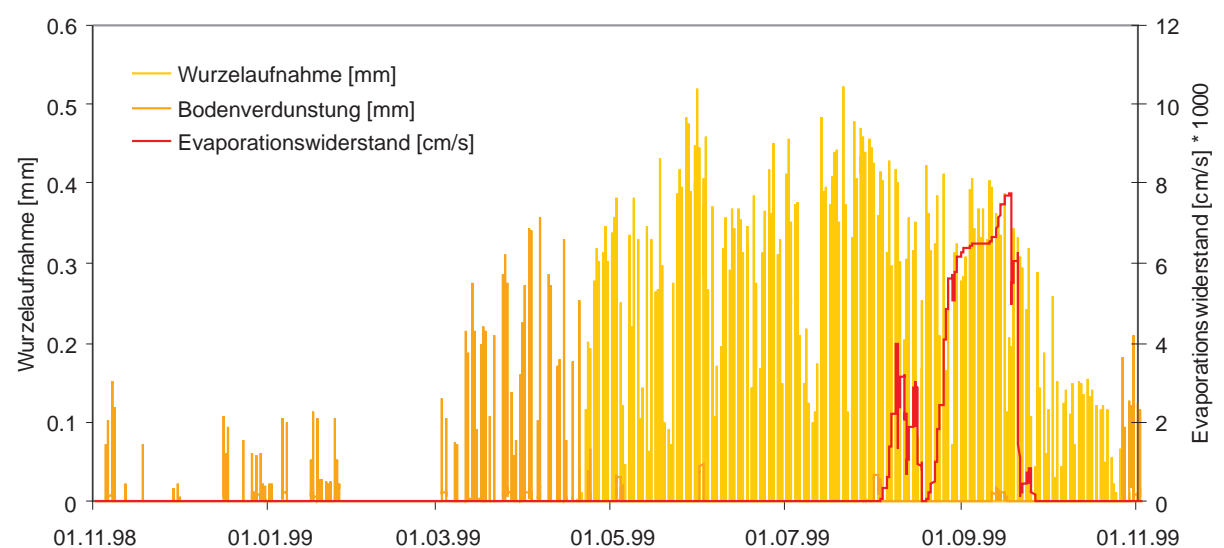
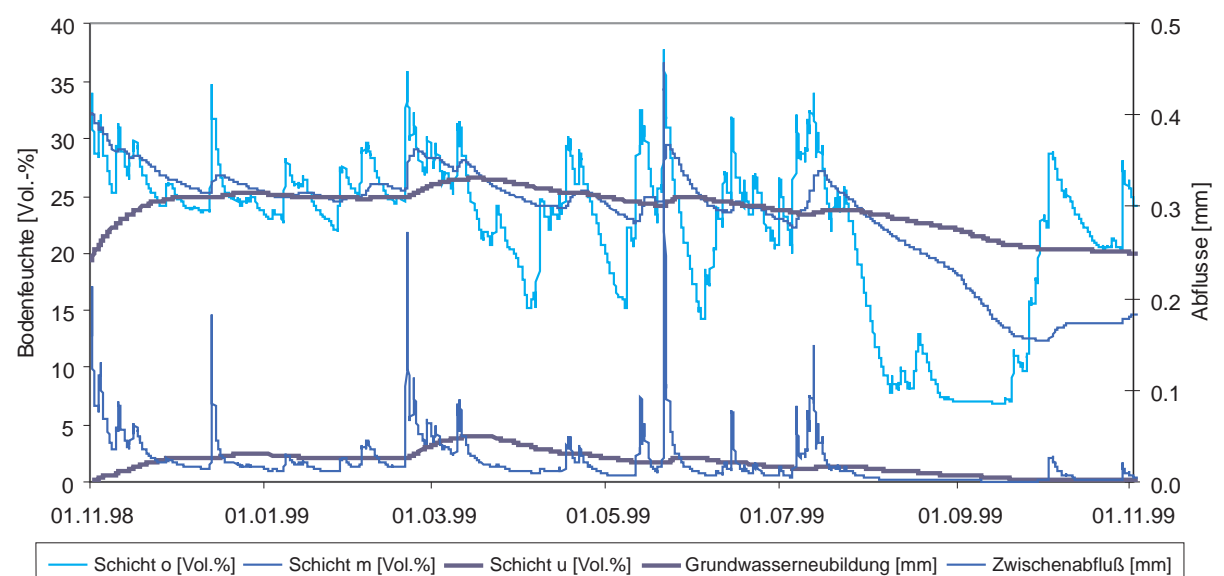


Abbildung 2.1.2.2: Modellierter Wasserhaushaltsterme an einem Laubwaldstandort auf Lehm Boden.

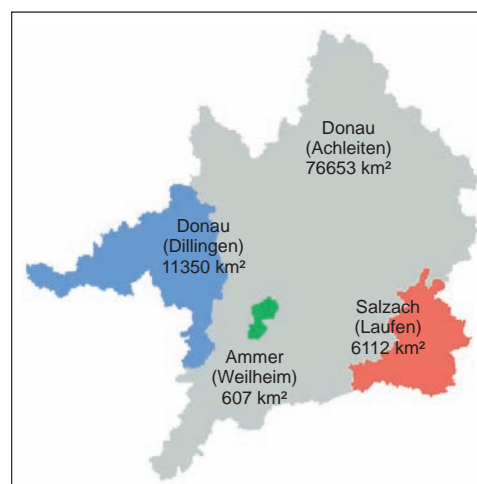


Abbildung 2.1.2.3: Validierungspegel langjähriger Modellzeitreihen (Achleiten, Donau; Dillingen, Donau; Weilheim, Ammer; Laufen, Salzach).

### Langjährige Betrachtung

Die Performanz des Wasserhaushaltmodells wurde in einer 30-jährigen Modellzeitreihe (1971-2000) für mehrere Validierungspegel im Gesamtgebiet (siehe Abbildung 2.1.2.3) getestet. In Abbildung 2.1.2.4 ist der statistische Zusammenhang zwischen der modellierten, jährlich gebildeten Abflussmenge und dem gemessenen Abfluss am jeweiligen Bezugspegel dargestellt. Die Ergebnisse weisen auf eine flächenverteilt gute Ge-

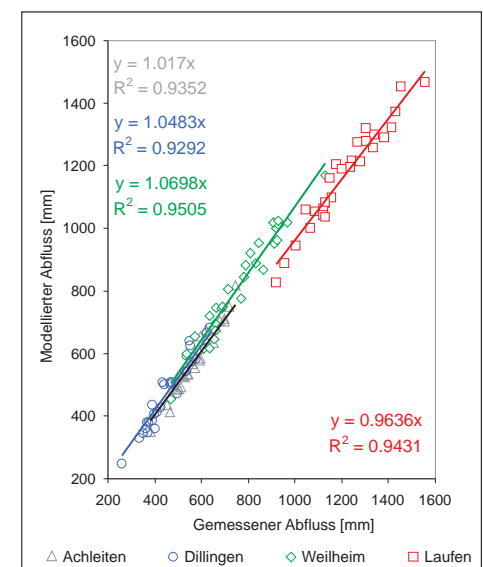


Abbildung 2.1.2.4: Lineare Regressionsbeziehung und -güte ( $R^2$ ) zwischen gemessenem jährlichem Abfluss und modellierter Abflussbildung im Zeitraum 1971-2000.

naugigkeit bei der Modellierung der Abflussbildung und Grundwasserneubildung hin. Es kann schlussgefolgert werden, dass die den Bodenspeicher betreffenden hydrologischen Prozesse durch die interagierenden Modellkomponenten auf der dargestellten Zeitskala gut abgebildet werden.