

3. Untersuchungsgebiet und hydrologische Datengrundlagen

3.1 Allgemeines

Das Elbeinzugsgebiet entwässert eine Fläche von 147800 km², wobei knapp zwei Drittel auf Deutschland, ein Drittel auf Tschechien und ein Rest von weniger als 1% auf Polen und Österreich entfallen. Die Elbe entspringt im Riesengebirge und mündet nach einer Lauflänge von ca. 1100 km nahe Hamburg in die Nordsee. Das in diesem Forschungsvorhaben betrachtete Untersuchungsgebiet betrifft nur den deutschen Teil des Elbeinzugsgebietes (siehe z.B. **Abb. 3.1**). Das Abflussregime ist im allgemeinen bestimmt durch eine erhöhte Wasserführung im Winter und Frühjahr und niedrigere Abflüsse im Sommer und Herbst. Der langjährige mittlere Niederschlag (korrigiert um Messfehler) beträgt ca. 700 mm/a und der langjährige mittlere Abfluss 160 mm/a. Eine detaillierte Beschreibung von Wasserwirtschaft und Ökologie des Elbegebietes kann ATV-DVWK (2000) entnommen werden.

3.2 Physiographie, Gebietsgliederung und „genesteter Ansatz“

Der deutsche Teil des Elbeinzugsgebietes lässt sich naturräumlich in die drei Hauptregionen Tiefland, Lößregion und Mittelgebirgsbereich gliedern. Die Untersuchungen im Themenbereich erfolgten nach einem „genesteten Ansatz“ (Becker, 1997; Becker et al., 1995) auf verschiedenen Skalenniveaus vom Punkt, über mikro-, meso- und makroskalige Einzugsgebiete, bis zu den drei Naturregionen und dem Gesamtgebiet. Die meisten durchgeführten Untersuchungen bezogen sich auf den Bereich der Meso- und Makroskala. Die **Abb. 3.1** zeigt die zuvor eingeführte naturräumliche Gliederung des Einzugsgebietes sowie die speziell betrachteten meso- und makroskaligen Untersuchungsgebiete. In der **Tabelle 3.1** sind die Teilgebiete mit einigen wesentlichen Charakteristika aufgelistet.

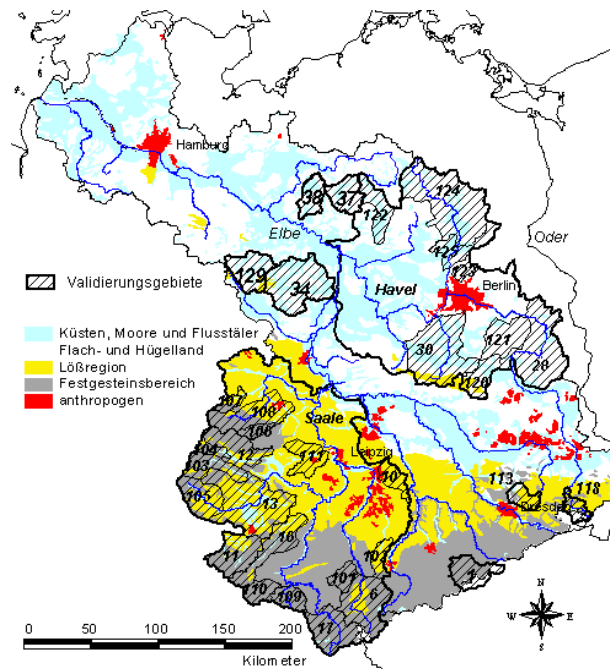


Abb 3.1: Deutscher Teil des Elbe-Einzugsgebietes mit naturräumlicher Gliederung, den Einzugsgebieten von Saale und Havel sowie den darin enthaltenen Validierungsgebieten

Die **Tabelle 3.2** und **Abb. 3.2** vermitteln einen Überblick zu den wichtigsten bei der Modellierung verwendeten Datengrundlagen, und zwar zu den topographischen Verhältnissen (**Abb. 3.2a**), der Landnutzung (**Abb. 3.2b**) und zur Verteilung der Böden im Elbeinzugsgebiet (**Abb. 3.2c**). Wie zu erkennen ist, liegen die Geländehöhen zwischen 0 müNN nahe der Mündung bis zu Mittelgebirgs-erhebungen im Erzgebirge von ca. 1200 müNN. Die überwiegende Landnutzung ist mit 53 % die Landwirtschaft, gefolgt von 27 % Waldflächen, 10 % Weide- und Grassland, 8% urbanen Gebieten und 2 % Wasserflächen. Die Bodenkarte reflektiert die naturräumlichen Regionen (vgl. auch **Abb. 3.1**). Die Grunddaten werden in unterschiedlicher Weise für die Modellierung aggregiert (z.B. Elementarflächen, Hydrotope, Teilgebiete). Detaillierte Informationen dazu können dem ersten Zwischenbericht (Becker et al., 1998) entnommen werden.

Tabelle 3.1: Beispielgebiete und ihre naturräumliche Zuordnung (Festgesteinsbereich F, Lößregion L, pleistozänes Tiefland T bzw. Mischgebiet L+F, F+L) sowie relevante Gebietseigenschaften

	ID	Fluss	Pegel	Naturraum	Fläche [km ²]	MQ [m ³ /s]
Saale	17	Saale	Blankenstein	F	1013	11,6
	109	Loquitz	Kaulsdorf	F	362	3,9
	110	Schwarza	Schwarzburg	F	341	4,9
	101	Weida	Weida	F	297	1,7
	106	Selke	Meisdorf	F	184	1,6
	107	Holtemme	Mahndorf	F + L	168	1,4
	108	Bode	Wegeleben	F + L	1215/ 1034*	8,9
	103	Wipper	Hachelbich	F + L	524	3,2
	11	Gera	Erfurt	F + L	843	5,9
	16	Ilm	Niedertrebra	F + L	894	5,9
	105	Unstrut	Nägelstedt	L + F	716	4,1
	13	Unstrut	Oldisleben	L + F	4174/ 2028*	18,7
	104	Helme	Sundhausen	F + L	201	1,5
	12	Helme	Bennungen	F + L	902/ 768*	7,6
	14	Unstrut	Laucha	L+T+F	6218	29,5
	102	Pleiße	Gössnitz	L + F	293	1,8
	6	Weißer Elster	Greiz	F + L	1255	10,5
	7	Weißer Elster	Gera-Langenberg	F	2186	15,4
8	Weißer Elster	Zeititz	F + L	2504	17,0	
10	Parthe	Leipzig-Thekla	L	315	0,9	
111	Salza	Zappendorf	L	568		
Mulde	1	Flöha	Borstendorf	F	644	9,1
	2	Zschopau	Lichtenwalde	F	1575	21,7
	3	Zw. Mulde	Wechselburg	F + L	2107	26,0
	4	Fr. Mulde	Erlln	F + L	2982	35,1
	5	untere Mulde	Bad Dübau	L + P	6171	63,7
Schw. Elster	113	Gr. Röder	Großdittmannsdorf	L+T+F	300	2,2
	115	Schw. Elster	Bad Liebenwerda	T + L	3184	16,4
Havel	124	Havel	Liepenwalde	T	2321	7,2
	125	Havel	Borgsdorf	T	3114/ 606*	14,8
	123	Tegeler Fließ	St.Joseph Steg	T	121	0,5
	118	Spree	Bautzen	L + F	276	2,6
	24	Spree	Spremberg	T + L	2092	19,0
	26	Spree	Leibsch	T	4529	22,9
	28	Spree	Große Tränke	T	6171/ 1835*	16,6
	121	Dahme	Neue Mühle	T	1362/ 785*	13,2
	120	Dahme	Märk.Buchholz	T + L	550	1,6
	30	Nuthe	Babelsberg	T + L	1787	9,1
	122	Dosse	Wusterhausen	T	674	3,7
	Elbe	129	Jeetze	Salzwedel	T	676
34		Biese	Dobbrun	T	1597	6,7
37		Stepenitz	Wolfshagen	T	575	3,5
38		Löcknitz	Gadow	T	468	2,3
133		Stoer	Itzehoe	T	1407	

* Zwischengebiet unterhalb der oberliegenden Pegel

Tabelle 3.2: Überblick über die für die Modellierung verwendeten räumlichen Grundlagenkarten

Karte	Beschreibung	Quelle	Anmerkungen
Landnutzung	CORINE Landnutzungskarte	Stat. Bundesamt Wiesbaden	34 Klassen
Bodenarten	Bodenübersichtskarte 1:1000000 (BUEK1000)	Bundesanstalt für Gewässerkunde und Rohstoffe (BGR)	55 Einheiten mit bis zu 8 Horizonten
Höhenmodell	30" Globaldatensatz	EDC (1997)	1x 1 km Raster
Hydrogeologie	Grundwasserflurabstand	WASY GmbH, Berlin	250 x 250 m Raster
Gliederung	Teileinzugsgebiete	Umweltbundesamt	243 Teilgebiete

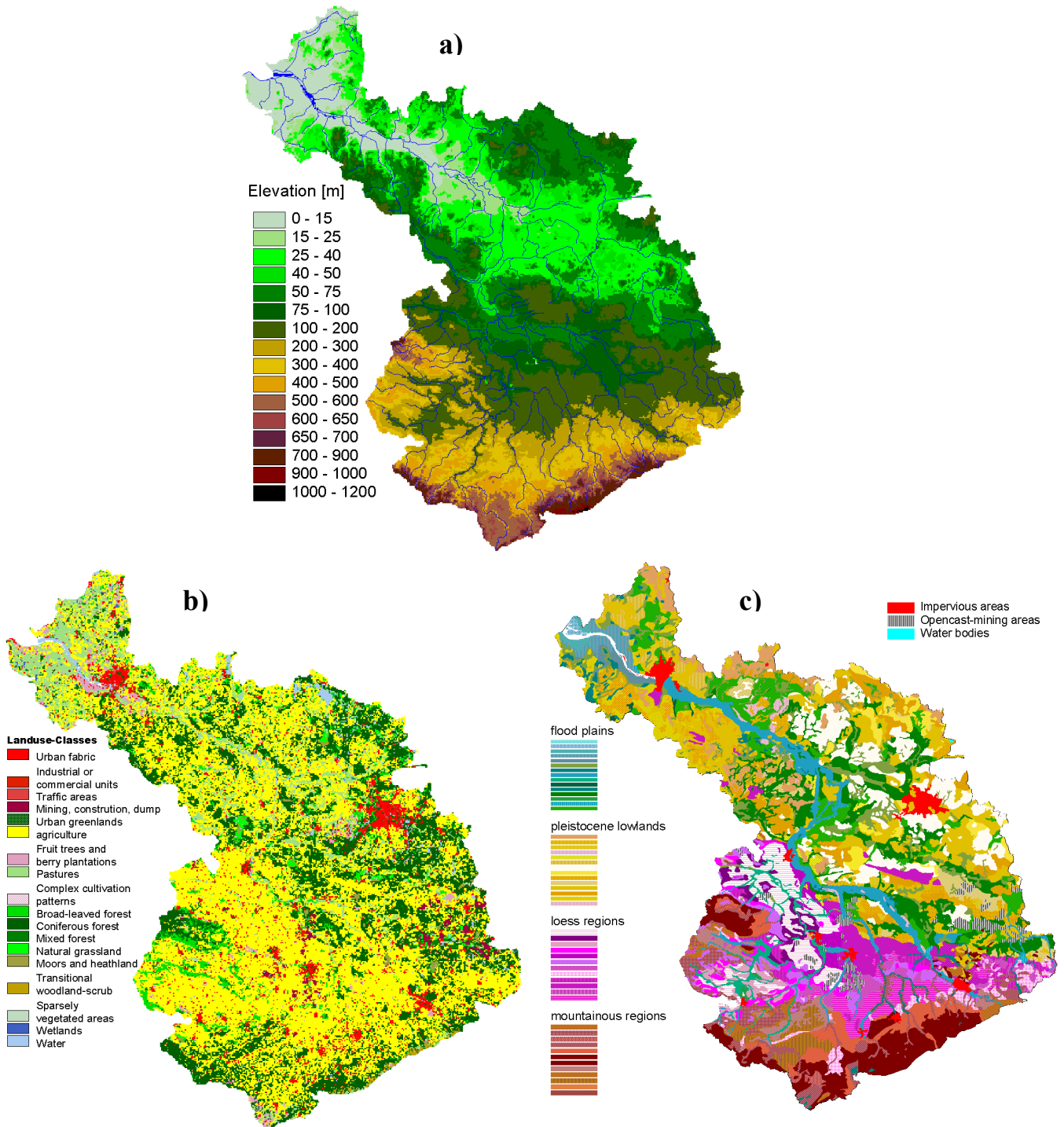


Abb 3.2: a) Topographie (EDC, 1997), b) Landnutzung (EUR, 1994) und c) Böden (Hartwich, 1995) im deutscher Teil des Elbe-Einzugsgebietes

3.3 Klimadaten und Interpolation

Die verwendeten dynamischen Modelle benötigen als Input Zeitreihen täglicher Werte verschiedener Klimavariablen wie Niederschlag (pcp), Min/Max/Mittel der Lufttemperatur (tmi/tma/tav), Sonnenscheindauer (sun), Globalstrahlung (glo) und Luftfeuchte (hum) (siehe auch Kapitel 2). Die Datenbasis dafür bilden die vom DWD gemessenen Werte an Klima- und Niederschlagsstationen die in **Abb. 3.3** dargestellt sind. Insgesamt wurden Zeitreihen von über 1400 Niederschlagsstationen und zwischen 70 und 90 Stationen für die anderen Klimaelemente im Zeitraum zwischen 1981-96 verwendet. Die Globalstrahlung wurde mit Hilfe von Regressionsbeziehungen aus Sonnenscheindauer, Bewölkungsgrad und Temperaturspannweite geschätzt (Österle, 2001).

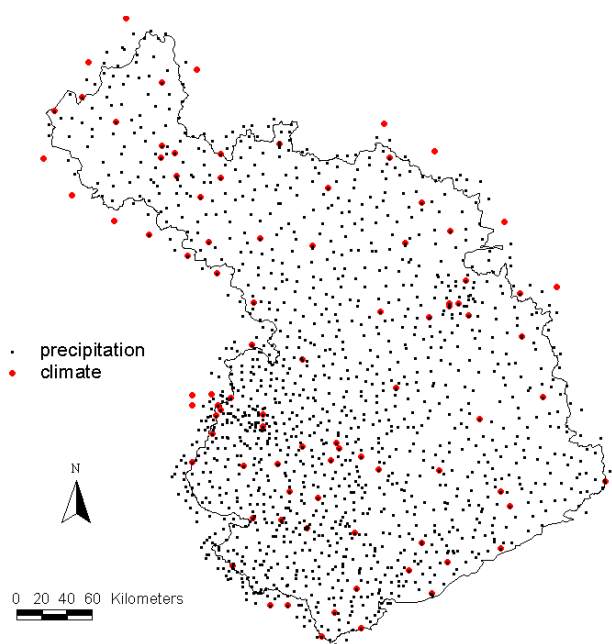


Abb. 3.3: Verwendete Klima- und Niederschlagsstationen im Elbe-Einzugsgebiet

Für die Modellierung werden im allgemeinen Teilgebietsmittelwerte der Klimavariablen als Input benötigt, die mit unterschiedlichen Verfahren im Präprozessing erzeugt werden. Zur besseren Vergleichbarkeit der mesoskaligen Simulationen im Themenbereich „Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet“ wurde ein Klimadatensatz auf Rasterbasis geschaffen, der die Verwendung einheitlicher Gebietsmittelwerte gewährleistet. Dazu wurden die oben genannten Klimavariablen flächendeckend für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes auf ein 5 x 5 km Raster für die Periode 1981 – 1996 auf Tageszeitschrittbasis interpoliert. Die resultierenden Rasterdaten, einschließlich eines Hilfsprogramms zur Extraktion von beliebigen raster- oder polygonbezogenen Mittelwerten und einer Nutzerdokumentation, wurden den beteiligten Verbundprojektpartnern auf CD übergeben (Haberlandt, 1999). Beim Niederschlag wurde vor der Interpolation eine Korrektur des täglichen systematischen Gesamtmessfehlers nach dem Verfahren von Richter (1995, S.63ff) vorgenommen, und zwar dynamisch (für jeden Tag und jede Station separat) in Abhängigkeit von N-Intensität und Niederschlagsart (temperaturabhängig).

Ausgangspunkt für die Interpolationen aller Klimavariablen war ein Vergleich folgender Verfahren, und zwar durch Kreuzvalidierungen für das Jahr 1990 :

- Thiessen bzw. Nächster Nachbar (NN),
- Inverse Distanz in Form des Quadrantenverfahrens (INVD),
- Ordinary Kriging (OK) und
- External Drift Kriging (EDK)

(vgl. Bardossy, 1993; Haberlandt und Kite, 1998). Den theoretisch höchsten Anspruch hat das EDK, welches neben der räumlichen Abhängigkeitsstruktur der Klimavariablen zeitinvariante (z.B. Höhe, Exposition) und zeitvariante Variablen (andere Klimavariablen, Modellergebnisse) als Zusatzinformationen in die Interpolation einbeziehen kann.

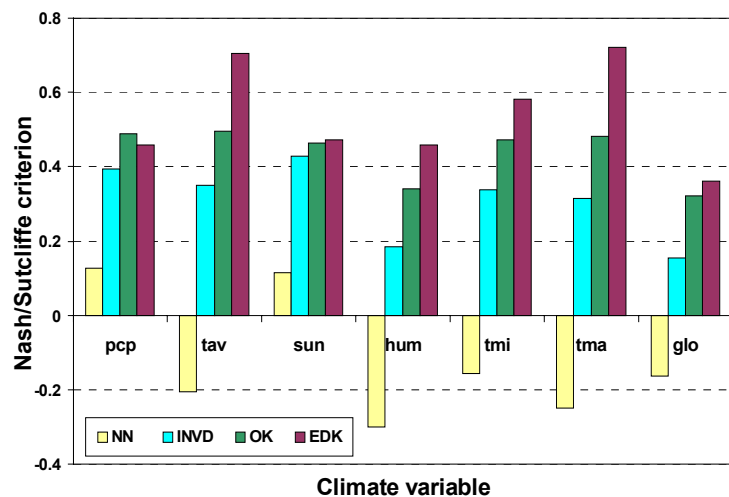


Abb. 3.4: Kreuzvalidierung der Interpolationsverfahren für das Jahr 1990 (EDK-Hilfsvariablen: „Höhe“ für pcp, tav, sun, tmi, tma; „Sonnenscheindauer und Mitteltemperatur“ für glo)

Die **Abb. 3.4** zeigt die Ergebnisse der Kreuzvalidierung für die vier verschiedenen Interpolationsverfahren und alle Variablen. Unter Berücksichtigung des Nash/ Sutcliffe Effizienz-Kriteriums (Nash and Sutcliffe, 1970) ergibt sich für alle Variablen die beste Interpolationsgüte mit dem EDK, außer für den Niederschlag, bei dem das OK die beste Leistung zeigte. Für die endgültige Interpolation wurde jeweils das nach **Abb. 3.4** beste Verfahren mit einem mittleren konstanten Variogramm verwendet. Die **Abb. 3.5** zeigt beispielhaft für das Jahr 1990 aus täglichen interpolierten Werten aggregierte Karten für vier Klimavariablen. Bezüglich einer weiterführenden Diskussion der Ergebnisse wird auf den 2. Zwischenbericht verwiesen (Becker et al., 1999).

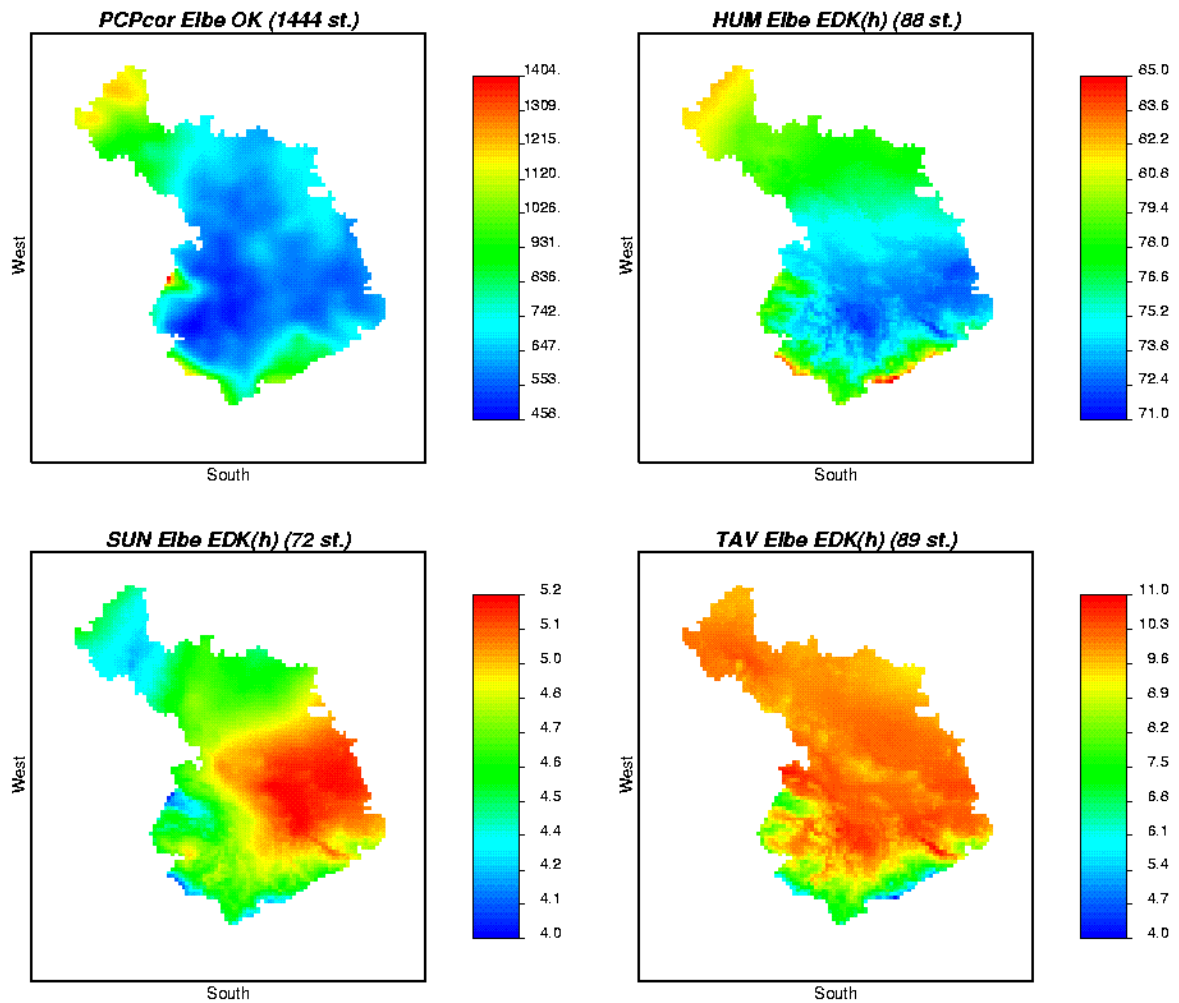


Abb. 3.5: Interpolierte räumliche Verteilung für vier Klimavariablen im Elbeinzugsgebiet für das Jahr 1990 (pcp in mm/a; tav in °C, sun in h/d; hum in %).