

Aufgaben und Ziele der Ökosystemstudie Salzachauen und die Rolle des Geographischen Informationssystems (GIS)

Thomas Blaschke und Evelin Köstler

1. Ausgangssituation

Die Salzach gehört in ihrem Unterlauf zu den wenigen Alpenvorlandflüssen, die über eine längere Fließstrecke nicht durch Staustufen verbaut sind. Strukturvielfalt, Dynamik und hoher Artenreichtum bedingen die ökologische Reichhaltigkeit des in Mitteleuropa immer seltener werdenden Ökosystems Aue. Ein großer Teil der Salzachauen ist jedoch von der Überflutungsdynamik abgetrennt und unterliegt nur noch Grundwasserschwankungen. Die Eintiefung der Salzach und die Gefahr des Sohlendurchschlags sind für die Energiewirtschaft Anlaß, alte Kraftwerkspläne erneut auf den Tisch zu bringen. In diesem Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie sollen nach einer umfassenden Erhebung des Ist-Zustandes der verbliebenen Auenbereiche, Zieldefinitionen zur Optimierung des Systems erarbeitet und Variantenbewertungen zur Optimierung des Ist-Zustandes oder einer teilweisen Renaturierung durchgeführt werden. Eine Bewertung weiterer Maßnahmen im Bereich der Salzach ist nur unter Berücksichtigung der bisherigen flußmorphologischen Entwicklung möglich. Besonders vor dem Hintergrund der nach wie vor vorhandenen Staustufenplanungen ist eine detaillierte Untersuchung der Eintiefungsgeschwindigkeit, des Geschiebehaushaltes und der Flußbettzusammensetzung notwendig. Es sei hier nur erwähnt, daß die durchschnittliche Mächtigkeit der Kiesauflage der unteren Salzach auf 1 bis 3 m abgesunken und ein Sohlendurchschlag zu befürchten ist (vergl. WEISS, 1981). Auch ohne eventuelle Staustufen ist für die weitere Entwicklung der Auwälder die Flußentwicklung von entscheidender Bedeutung. In Folge von Flußkorrekturmaßnahmen und der Errichtung von Hochwasserdämmen entstand vor allem in den südlichen Teilen des Untersuchungsgebietes eine weitgehend überschwemmungsfreie Altaue. Standörtlich echte Weichholzaunen sind fast nur noch im Mündungsbereich vorzufinden. Die AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (ANL) in Laufen hat vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen den Auftrag erhalten, ein Gutachten aus naturschutzfachlicher Sicht zur „Sicherung und Renaturierung des Salzach-Auen-Ökosystems“ zu erstellen. 1989 wurde mit dem Forschungsvorhaben begonnen (Abb. 1). Die erste, bereits abgeschlossene Phase, umfaßte die flächendeckende detaillierte Erhebung der notwendigen ökologischen Grunddaten im terrestrischen Bereich des Talraums bzw. die vollständige Zusammenführung der erhaltenen Ergebnisse. Im zweiten Schritt erfolgt eine Bewertung des Ist-Zustands der bayerischen Salzachauen aus ökologischer Sicht sowie aus der Sicht des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Die

letzte Phase beinhaltet die Erarbeitung von Zieldefinitionen zur Optimierung des Systems. Um die Fülle der anfallenden Daten in einem einheitlichen räumlichen Bezugssystem mit Hinblick auf eine analytische, d.h. qualitative und quantitative Auswertung zusammenzuführen, wurde an der ANL ein Geographisches Informationssystem (GIS) installiert. Es erfordert zunächst einen hohen Aufwand, die vorhandenen amtlichen Karten, die verschiedenen Bestandskartierungen und sonstigen Informationen aus Luftbildern, Statistiken usw. in digitales Format zu verwandeln, um sie in das GIS zu integrieren.

Im Rahmen einer *Wasserwirtschaftlichen Rahmenuntersuchung* werden parallel zu den Untersuchungen der ANL von der Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung die gewässerbiologischen Grundlagenuntersuchungen im aquatischen Bereich (Hydrochemie und Gewässergüte, schwebstoffgebundene Stoffbelastung, Makrozoobenthon, Ökomorphologie und Fischfauna) und vom Bayerischen Geologischen Landesamt hydrogeologische Untersuchungen des bayerischen Talraums der Salzach durchgeführt.

In dem auf österreichischer Seite laufenden und ähnlich konzipierten Projekt *Gesamtuntersuchung Salzach* wird die gleiche GIS-Software verwendet und werden bestimmte Datenerhebungen nach denselben methodischen Vorgaben durchgeführt. Dadurch sind prinzipiell die Grundlagen einer länderübergreifenden Zusammenarbeit gegeben.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1) umfaßt die Salzachauen auf bayerischer Seite zwischen der Saalachmündung und der Mündung der Salzach in den Inn (Salzach km 0 bis Saalach km 2). Es ist etwa 60 km lang, zwischen 10 und 1000 m breit und weist ca. 1860 ha auf. Dies trifft auf die eng abgegrenzten Auenbereiche, für die vielfältige Untersuchungsergebnisse vorliegen, zu. Darüber hinaus wurde in einer luftbildgestützten Landnutzungsklassifikation auch das angrenzende Gebiet erfaßt, das hauptsächlich landwirtschaftliche Nutzflächen sowie einige Siedlungsräume (vor allem Teile der Orte Laufing, Tittmoning, Nonnreith und Burghausen) umfaßt und weitere 3600 ha aufweist, so daß die Gesamtfläche, für die Landnutzungsdaten vorliegen, ca. 5400 ha beträgt. Das Gebiet fällt in den Bereich der Blätter 7743 Marktl, 7842/43 Burghausen, 7942/43 Tittmoning, 8043 Laufing, 8143/44 Freilassing der TK 25. Zum Untersuchungsgebiet gehören die meist geschlossenen Waldgebiete der aktuellen und historischen Flußauen. Nach Osten bildet die Salzach die durchgehende Grenze, während als Abgrenzung nach Westen für den Bereich der eigentli-

Ökosystemstudie Salzachauen

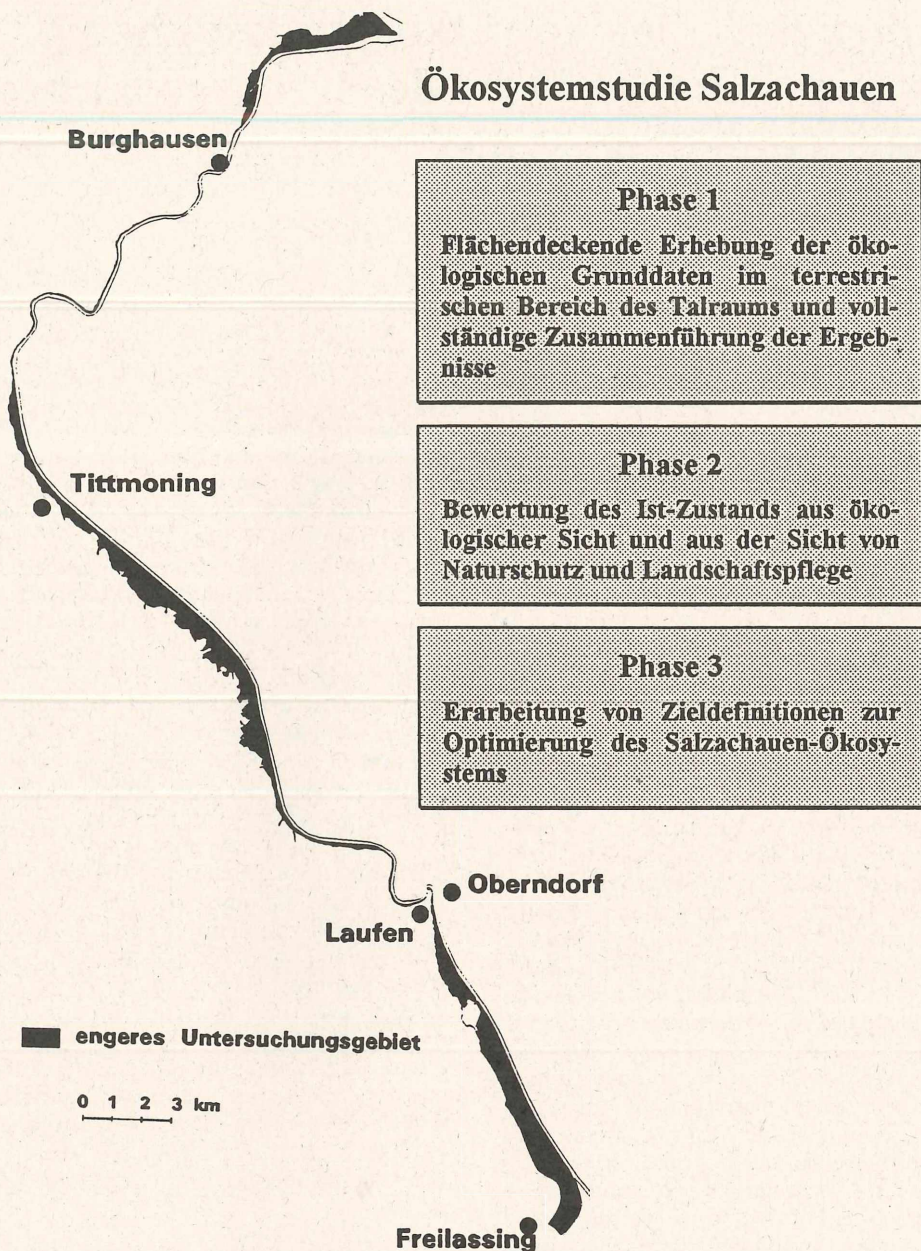


Abbildung 1

Übersicht der Ökosystemstudie Salzachauen.

chen Flußauen deren Verbreitungsgrenze genommen wurde. Für die Landnutzungskartierung gilt zumeist die B 20 als Grenze. Das Untersuchungsgebiet liegt größtenteils im Bereich der Naturraumeinheit 039 *Salzach-Hügelland*. Ab Reitenhaslach wird in einem Durchbruchstalabschnitt die Naturraumeinheit 054 *Unteres Innthal* erreicht. Durch die Siedlungstätigkeit im Raum Burghausen ist der Auwaldbereich hier stark eingeschränkt. Dagegen besitzen die Auwälder im Mündungsbereich der Salzach in den Inn eine nicht nur flächenmäßige Bedeutung. Dieser Bereich wurde jüngst als Naturschutzgebiet „Vogelfreistätte Salzachmündung“ ausgewiesen. Den geologischen Grundstock des Gebietes bilden Ablagerungen des Tertiärs sowie – im äußersten Süden – der Kreide (Helvetikum, Flysch). Im Bereich des Salzachverlaufes sind sie durchwegs von glazialen und periglazialen Ablagerungen des

Quartärs überdeckt. Die Laufener und die Nonnreiter Enge sind Durchbruchsstrecken in Moränenwällen mit jeweils vorgelagerten breiten Umlagerungstrecken.

3. Datenlage im Projekt Salzachauen

Ausgangsbasis aller Kartierungen ist die Flurkarte 1:5.000. Daher wurden als topographische Grundinformation für das Geographische Informationssystem die 38 Flurkartenblätter, die einen Anteil am Untersuchungsgebiet aufweisen, ohne die (teils veralteten) Flurstücksgrenzen digitalisiert. Sie dienen mit ihrer topographischen Information (Waldrand, Bach, Straße, Weg, Gebäude ...) als Referenzgrundlage. Folgende Untersuchungsdaten stehen flächendeckend zur Verfügung:

Boden

nach umfangreichen Geländearbeiten 1990 (ca. 7000 Handbohrungen und 2000 Ausgrabungen) und Auswertung der chemischen und physikalischen Parameter wurde eine Karte mit 23 festgelegten Bodeneinheiten erstellt.

Reale Vegetation

Die vegetationskundliche Kartierung der Aue erfolgte 1989 und 1990. Die Gesamtflorenliste des Untersuchungsgebiets umfaßt 456 Arten, davon sind 42 Arten (9 %) nach den Roten Listen Bayerns (SCHÖNFELDER 1986) und der Bundesrepublik Deutschland (KOWARIK et al. 1984) und/oder gefährdet. Sehr detailliert sind die verschiedenen Ausprägungen der Weichholz- und Hartholzauen kartiert. Bei der vegetationskundlichen Bearbeitung der Wälder wurde von dem Prinzip abgewichen, eine Einteilung nach den Hauptbaumarten vorzunehmen, da in wasserbaulich beeinflussten Auen die Baumschicht nicht unbedingt die aktuellen ökologischen Verhältnisse widerspiegelt. Um den standörtlichen Bezug herauszuarbeiten, erfolgte die Gliederung zunächst rein nach der Bodenvegetation, Baumschicht und Unterwuchs wurden gesondert kartiert. Bei der Beschreibung der Offenlandvegetation liegt der Schwerpunkt bei den Altwässern sowie Röhrichen, Seggenriedern und Hochstaudenfluren. Sie besitzen flächenmäßig zwar nur untergeordnete Bedeutung, vor allem die Altwässer beherbergen jedoch seltene und gefährdete Pflanzenarten bzw. -gesellschaften. Floristisch von hohem Interesse sind vor allem besonnte Dammbabschnitte, die sich als Sekundärstandorte für relativ seltene Halbtrockenrasen entwickelt haben.

Frühjahrsgeophyten

Die in den Frühjahrsmonaten 1989 und 1990 durchgeführte Kartierung der Geophytenbestände sollte zusammen mit den parallel laufenden Kartierungen der realen Vegetation, der Strukturtypen und der Lebensraumtypen Aufschluß geben über die aktuelle Vegetationsdynamik, wie die Umwandlung weiter Teile der Weichholzauen in Hartholzauen. Von den in der Gesamtflorenliste der Salzachauen ausgeschiedenen 14 Arten von Frühjahrsgeophyten der Wälder (weitere Geophytenarten kommen im Untersuchungsgebiet hauptsächlich auf besonnten Dammböschungen vor), wurden acht Arten zur Kartierung ausgewählt. Kriterien hierfür waren Seltenheit (Rote Liste) und vermutete standörtliche Differenziertheit. Die beiden entscheidenden Arten zur standörtlichen Differenzierung der Auenwälder sind dabei *Galanthus nivalis* (Schneeglöckchen) und *Leucojum vernum* (Märzenbecher).

Potentielle natürliche Vegetation (pnV)

Die heutige potentielle natürliche Vegetation wird definiert als ein gedanklich konstruierter Vegetationszustand mit der unter den aktuellen Standortverhältnissen (sich schlagartig einstellend zu denkender) jeweils höchstentwickelter Vegetation, unter Ausbleiben von jeglicher menschlicher Nutzung. Diese wurde aus der Karte der realen Vegetation unter Einbeziehung der Bodenkarte konstruiert, wobei aufgrund dieser einzigen vorliegenden Konstruktionsgrundlagen die pnV hier nur grob abgeleitet werden konnte. Sie wird zur Zeit digital erfaßt. Daneben ist ge-

plant, die pnV aus den vorhandenen Datenschichten zu konstruieren und beide Ergebnisse gegenüberzustellen.

Strukturtypen

Unter *Struktur* wird ein landschaftsbildendes räumliches Gebilde verstanden, das ganz oder teilweise Lebensraum für Tiere und Pflanzen sein kann. Strukturen ergeben sich aus dem Substrat, der Geländeform und der Vegetation selbst. Die Qualität der Vegetation bleibt unberücksichtigt. Sie bestimmt zusammen mit der Struktur und den abiotischen Faktoren den Lebensraumtyp (siehe unten). Nicht als Strukturtyp beschrieben werden die Salzach selbst, die die Aue begrenzt, sowie solche Rinnen, die sich durch ihre Vegetation nicht von der Umgebung unterscheiden. Es werden 9 Typengruppen mit insgesamt 34 Strukturtypen unterschieden, wobei bis zu 10 verschiedene Ausprägungen der einzelnen Strukturtypen möglich sind.

Lebensraumtypen

Lebensraum wird hier als *Biotop* im Sinne der Bayerischen Biotopkartierung (KAULE et al. 1979, EDER et al. 1987) verstanden und ist demzufolge eine flächenhafte Einheit eines Ökosystems. Es handelt sich um räumlich begrenzte Lebensstätten von tierischen und pflanzlichen Organismen bzw. deren Lebensgemeinschaften, die für diese durch ihre Ausstattung biotisch und abiotisch einheitliche Lebensbedingungen bereitstellt, welche die Funktion des im Biotop wirkenden Biosystems bestimmen (vergl. LESER 1984). Eine Biotopkartierung lehnt sich meist an die vegetationskundlichen Begriffe an und müßte strenggenommen oft als „Phytotopkartierung“ bezeichnet werden. Bei der Verwendung des Begriffes Lebensraum ist immer die Frage zu stellen: „Lebensraum für wen?“

In der vorliegenden Untersuchung werden Lebensräume als zusammenwirkende Einheiten von Vegetation und Strukturen (abiotische und solche der Vegetation) aufgefaßt. Nach der bestimmen der Struktur, dem Standort und der Abhängigkeit von der menschlichen Nutzung ergaben sich 5 Hauptgruppen mit insgesamt 29 Lebensraumtypen.

Schmetterlinge

Die qualitative Erfassung der heliophilen Großschmetterlinge erfolgte durch Linientaxierung, wobei möglichst alle Lebensraumtypen des Untersuchungsgebietes begangen wurden. Hierbei wurden 37 Arten von Tagfaltern nachgewiesen. Zur Bestimmung der Nachtfalter wurden 4 Nachtfränge durchgeführt. Ziel der Nachtfalterkartierung war nicht die Vollständigkeit des Artenspektrums, sondern vielmehr ein Hinweis auf Unterschiede bzw. Parallelen zu vorhandenen Untersuchungen.

Libellen

Es wurden 30 Libellenlebensräume festgestellt, in denen die Artenanzahl und die Bodenständigkeit der Arten untersucht wurden. Insgesamt wurden 31 Libellenarten aus 8 Gattungen nachgewiesen, wobei die Mehrzahl der Arten der Gruppe mit relativ unspezifischen Lebensraumansprüchen zuzuordnen ist.

Tabelle 1

Übersicht der Datenschichten im GIS (F = Flächendaten, L = Liniendaten, P = Punktdaten, G = Gesamtgebiet, T = Teilgebiet).

Datenschicht	Merkmalsausprägungen	Datenart	Anzahl der Features	Gebiet	Aufnahme
Reale Vegetation	30	F	2830	G	1989, 1990
Strukturtypen	70	F	2500	G	1989
Strukturtypen aggr.	35	F	2200	G	1989
Lebensraumtypen	29	F	2400	G	1989
Flurkarte	–	L, P	3500 (arcs)	G	
Boden	24	F	2600	G	1990
Boden aggregiert	7	F	1180	G	1990
Frühjahrsgeophyten	8	F	850	G	1989,1990
Neophyten	27	F	700	T	1992
pot. nat. Vegetation	16	F		G	1990
Landnutzung	45	F, L, P		G	1991
Pirol	1	P	78	G	1988, 1989
Spechte	5	P	155	G	1988, 1989
Greifvögel	6	P	38	T	1989
Schmetterlinge	37	L	25	G	1989
Nachfalter	162	P	4	T	1989
Libellen	31	F	30 (aggr.)	G	1989
Amphibien	10	P	98 (aggr.)	G	1989
Reptilien	5	P	53	G	1989
Hochwasserstände	1	F		G	1959

Tabelle 2

Verteilung der Frühjahrsgeophyten in ha und % (Gesamtgebiet = 1860 ha).

- 1a: spärliches Auftreten der wenig differenzierenden Arten *Scilla bifolia*, *Anemone ranunculoides*, *Allium ursinum*, *Primula elatior*.
- 1b: zerstreutes bis verbreitetes Auftreten der genannten Arten.
- 2: Schwerpunktorkommen von *Galanthus nivalis* sowie Arten aus 1).
- 3: *Galanthus nivalis* und *Leucojum vernum* sowie Arten aus 1).
- 4: Schwerpunktorkommen von *Leucojum vernum*.
- 5: Arten aus 1) mit *Hepatica nobilis* und *Carex alba*.
- 5b: wie 5), jedoch mit *Galanthus nivalis* und *Leucojum vernum*.

Klasse		
1a	330.3 ha	17.7 %
1b	158.2 ha	8.5 %
2	166.6 ha	9.0 %
3	64.5 ha	3.4 %
4	57.2 ha	3.1 %
5	14.1 ha	0.8 %
5a	3.2 ha	0.2 %

Amphibien

Schwerpunkt war zum einen die qualitative Erfassung der Amphibienfauna in den Salzachauen und den salzachbegleitenden Gewässern, zum anderen die flächendeckende Erfassung von Amphibien-Laichgewässern. Dabei wurden etwa 100 Laichgewässer ausgewiesen, die als Laichplatz für insgesamt 10 verschiedene Amphibienarten dienten. Benachbarte Vorkommen wurden zusammengefaßt. Besonders erwähnenswert sind die individuenstarken Laichbestände des Springfrosches (*Rana dalmatina*) mit bis zu 150 Laichballen pro Gewässer.

Reptilien

Zur Erfassung der Reptilienfauna wurden die reptilienrelevanten Strukturen des Untersuchungsgebietes (außer reine Waldgebiete und Siedlungsbereiche) vollständig abgegangen. Dabei wurden 230 Fundorte von Reptilien festgestellt. Besondere Bedeutung besitzt das mehr oder weniger isolierte Vorkommen der Äskulapnatter (*Elaphe longissima*) bei Burghausen.

Vögel

Bei der qualitativen Erfassung der Avifauna wurden insgesamt 139 Vogelarten nachgewiesen, darunter 78-79 Brutvogel- und 10-11 mögliche Brutvogelarten. In repräsentativen Probeflächen wurden Artenzahl, Artenzusammensetzung und

Dichten der einzelnen Vogelarten erfaßt. Weiterhin wurden folgende ausgewählte Arten bzw. Artengruppen, als Indikatoren für die Intaktheit einzelner Teilbereiche des Auenökosystems, im gesamten Untersuchungsgebiet punktgenau kartiert: Gänsesäger, diverse Greifvögel, diverse Kiesbrüter, Eisvogel, diverse Spechte, diverse Schwirle, Beutelmäuse und Pirol.

Landnutzung

In der Landnutzungsklassifikation wurden anhand von Infrarotorthophotos und Geländebegehungen 42 flächenhafte Landnutzungsklassen und weitere punktförmige und lineare Erscheinungen erhoben. Die Klassen sind dabei vor allem am Aspekt der menschlichen Nutzung ausgerichtet und an den Interpretationsschlüssel der österreichischen Kartierung im Rahmen der *Gesamtuntersuchung Salzach* angelehnt. Der Bereich der eigentlichen Auwälder wurde dabei aufgrund der vorliegenden detaillierten Kartierungen ausgespart.

Digitales Geländemodell

Vom Bayerischen Landesvermessungsamt wird zur Zeit ein sehr genaues Digitales Geländemodell erstellt.

4. Geographische Informationssysteme

Ein Geographisches Informationssystem ist ein Computersystem zur Erfassung, Verwaltung und Analyse großer Mengen räumlich verorteter Daten und darauf bezogener thematischer Attribute. Das zentrale Kriterium ist also die Eigenschaft des räumlichen Bezugs von Sachdaten bzw. die enge Integration von geometrischen und thematischen Attributen räumlicher Objekte. Wesentliche Werkzeuge eines solchen Systems sind neben der Datenerfassung und der kartographischen Bearbeitung Module zur Analyse und Modellierung.

Es existieren inzwischen neben den einschlägigen englischsprachigen (z.B. MAGUIRE, GOODCHILD und RHIND 1991) auch verschiedene deutschsprachige Lehrbücher, z.B. BILL und FRITSCH (1991), so daß hier nicht grundlegend auf Datenmodelle eingegangen werden muß. Geometriedaten von unterschiedlicher thematischer Bedeutung werden durch die Abspeicherung in verschiedenen Ebenen (*layer*) aufgeteilt. Das Ebenenprinzip, das auf das *länderkundliche Schema* von A. HETTNER (1928) zurückgeht,

Nr	Vegetation	ohne	1a	1b	2	3	4	5	5a	ges.
1	Wasserfläche	50.55	0.19	0.07	0.13	0	0	0	0	51.07
2	Kies- oder Sandbank	2.67	0.02	0	0	0	0	0	0	2.69
3	niedr. Ufervegetation	2.98	0	0	0	0	0	0	0	2.98
4	Kleinseggen-, Kleinröhricht-Veg.	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0.12
11	Rohrglanzgrasbestand	9.33	0.39	0.17	0.5	0	0	0	0	10.39
12	Schilf-Röhricht	41.29	0.01	0	0	0	0	0	0	41.31
13	Bestand der Sumpf-Segge	0.81	0	0	0	0	0	0	0	0.81
14	Bestand der Steifen Segge	1.63	0	0	0	0	0	0	0	1.63
15	Bestand der Zierlichen Segge	1.28	0	0	0	0.07	0	0	0	1.35
16	Hochstaudenflur	18.34	0.33	0.88	0	0.12	0.31	0	0	19.98
17	Quellflur	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0.45
21	Grasflur	31.69	0.03	0.42	0.03	0	0	0	0	32.17
22	Wirtschaftsgrünland	194.03	3.18	3.63	1.23	0.04	0.02	0	0.34	202.46
23	Ackerland	45.5	0.07	3.78	0	0	0	0	0	49.35
24	Kahlschlag/Aufforstung	21.21	8.05	2.73	5.28	1.43	0.57	0	0	39.27
25	Halbtrockenrasen (Damm)	0.97	0	0	0	0	0	0	0	0.98
31	Uferweiden	46.82	7.13	0	0.5	0	0.27	0	0	54.71
32	Silberweiden-Auwald u. Salix alba-Ausbildung d. Grauerlen-Auwaldes	112.8	8.92	0.81	1.45	0.46	0.26	0	0	124.69
33	Grauerlen-Auwald, reine Auspräg.	199.69	31.77	10.09	7.33	1.57	1.17	0	0	251.62
41	Grauerlen-Auwald mit Frühj.geophyten	40.93	94.43	94.22	105.62	22.16	13.77	0	0	371.13
42	Grauerlen-Auwald, Equisetum hymale	21.33	8.94	0	11.56	0.54	0.71	0	0	43.07
43	Grauerlen-Auwald, Brachypodium pinnatum	2.22	0.11	0.45	0.86	0	0.18	0	0	3.84
44	Grauerlen-Auwald, arum maculatum	17.74	41.12	28.01	16.56	29	30.89	0.20	0	163.51
51	Ahorn-Eschenwald, Carex alba mit Alnus incana	1.44	32.82	1.11	0.48	0.31	2.89	0	2.08	41.13
52	Ahorn-Eschenwald, carex alba	59.54	31.99	3.27	1	3.78	1.45	0.33	8.24	109.6
53	Ahorn-Eschenwald, carex alba mit Fagus sylvatica	5.37	5.5	0.31	1.43	0	0	2.15	2.03	16.79
61	Fichtenforst	118.45	47.62	4.38	9.84	3.31	3.41	0.33	1	188.34
71	Hecke, Gebüsch	13.8	0.46	0.20	0.72	0.68	0.08	0	0	15.95
72	Park, Garten	9.52	0.51	0	0	0	0	0	0	9.92
	gesamt	1072.4	323.6	154.5	164.5	63.4	55.9	3.01	13.7	1851.32

Tabelle 3

Ergebnis der Verschneidung von Realer Vegetation und Frühjahrsgeophyten in ha.

unterliegt keiner hierarchischen Struktur, da alle Schichten gleichberechtigt gehandhabt werden. Dadurch entstehen je nach Betrachtung verschiedene Modelle der realen Welt mit der Möglichkeit einer einfachen thematischen Separation sowie der vertikalen und horizontalen logischen Verknüpfung der Daten. Mittels der Überlagerung mehrerer Ebenen bzw. der geometrischen Verschneidung kann eine Gesamtdarstellung gewonnen werden. Dadurch lassen sich abstraktere (nicht aus der Originaldatenerfassung resultierende) Themen konstruieren, z.B. „Erodierbarkeit“, „Naturschutzpotential“, oder temporär Datenbanken für Flächenbilanzen schaffen.

4.1 Einige Charakteristika eines GIS

- Sämtliche Schritte der Handhabung räumlicher Daten werden EDV-gestützt durchgeführt.
- Ein GIS besteht aus Hardware, Software, entsprechend organisierten Daten und seinen Betreibern! Nur eine sinnvolle Kombination dieser Komponenten ermöglicht einen erfolgreichen Einsatz eines Geographischen Informationssystems.
- Aus der Zusammenführung verschiedener Daten des gleichen Raumausschnittes können neue Informationen gewonnen werden.
- Mittels des *georelationalen Konzepts* wird eine Verbindung zwischen räumlichen Objekten und deren Eigenschaften (Attributen) hergestellt, so daß jederzeit über ein räumliches Selektieren auf Attributwerte zugegriffen werden kann und umgekehrt.
- Alle räumlichen Erscheinungen werden (in einem Vektor-basierten System) auf die Grundelemente *Punkte*, *Linien* und *Flächen* abgebildet.
- Die topologische Struktur (Arc-Node-Topologie) bietet ungleich mehr Möglichkeiten als ein CAD-System, auch sind keine Linien doppelt vorhanden (zu den Möglichkeiten siehe BLASCHKE 1993, S. 273-274).
- Durch das Schichtenkonzept werden verschiedene Themenbereiche der realen Welt in thematisch möglichst homogenen Schichten zerlegt.

4.2 Warum GIS an der ANL?

Die anthropogenen Veränderungen der Flußlandschaft zeigen vielfältige Auswirkungen auf das Ökosystem. Wenn auch eine Wiederherstellung des Urzustandes inmitten der mitteleuropäischen Kulturlandschaft kaum denkbar erscheint, bestehen dennoch verschiedene Möglichkeiten der Regeneration geschädigter Flußauen (vgl. WÖSENDORFER 1991, MÜHLINGHAUS 1991).

Die Notwendigkeit eines GIS-Einsatzes erscheint in diesem Projekt gegeben: Bei vergleichbarem Aufwand der Datenerfassung bietet es ungleich mehr Möglichkeiten als reines kartographisches System (z.B. CAD). Zum Beispiel gegenüber der manuellen Analyse einzelner Themen anhand von Karten ermöglicht ein GIS die Identifizierung von Problem- oder Potentialgebieten über den Weg einer intersubjektiv nachvollziehbaren Parametrisierung vieler verschiedener Datenschichten. Vor allem für das Identifizieren von räumlichen Gebilden, die nicht aus der Primärdatener-

fassung hervorgehen (Konfliktzonen, Potentiale, Risikozonen, Äquidistanzen, ...) sind in einem Geographischen Informationssystem vielfältige Möglichkeiten gegeben. Für bestimmte Fragestellungen sind auf der Grundlage einer vorhandenen Datenbasis vergleichende Bewertungen unter verschiedenen Prämissen möglich (Variantenbewertung).

Neben dem Projekt *Salzachauen* bietet die Geographische Informationsverarbeitung an der ANL Werkzeuge für laufende, räumlich benachbarte Forschungsvorhaben. Über das Wiesenbrüterschutzgebiet *Haarmos* bei Laufen liegen bereits umfangreiche digitale Daten vor, z.T. auch für den Bereich der *ökologischen Forschungsstation* Straß bei Laufen.

Darüber hinaus werden bei verschiedenen bayerischen Behörden in Zukunft immer mehr Datensätze digital vorhanden und (hoffentlich) verfügbar sein (DGM, Kataster, Geologie, Boden, Landnutzung ...).

Ausgehend von der herrschenden Marktsituation 1990 entschied sich die ANL für eine SUN-Workstation und die GIS-Software Arc/Info mit der entsprechenden Peripherie (19" Graphikbildschirm, Magnetbandstation, CD-ROM-Laufwerk, DIN A/0 Digitizer, Calcomp Artisan Plus 1026 Stiftplotter ...). Auch andere Behörden und Einrichtungen des Freistaates Bayern verfügen gegenwärtig oder in nächster Zukunft über geographische Informationssysteme, wobei sich das an der ANL eingesetzte System Arc/Info (ESRI/USA) aufgrund seiner offenen Architektur und seiner analytischen wie kartographischen Fähigkeiten allmählich gegenüber dem in den 80er Jahren im Freistaat Bayern marktführenden SICAD (Siemens-Nixdorf) durchzusetzen scheint. Gerade diese in den letzten Jahren festzustellende Konzentration des Marktes auf wenige Anbieter scheint den Anwendern bessere Möglichkeiten der Zusammenarbeit zu bieten.

Die Frage der Nutzung und praktischen Umsetzung von Forschungsergebnissen wird daher langfristig von der systembedingten Kooperationsfähigkeit der einzelnen Behörden, Forschungseinrichtungen und Firmen abhängig sein, wenn verhindert werden soll, daß viele verschiedene Datenfriedhöfe entstehen. Im konkreten Fall der ANL, insbesondere in dem Projekt *Salzachauen*, erscheint es als günstige Konstellation, daß sowohl viele bayerische wie auch die kooperierenden österreichischen Behörden und Forschungsinstitute (Österreichisches Inst. für Raumplanung, Salzburger Inst. für Raumplanung, Amt der Salzburger Landesregierung, Zentrum für Geographische Informationsverarbeitung der Universität Salzburg) über die gleiche GIS-Software verfügen und die Zusammenarbeit zumindest nicht an der EDV scheitern sollte.

5. GIS-Einsatz in der Ökosystemstudie *Salzachauen*

5.1 Konzeption der Datenbank

Angesichts der Größe des Gesamtgebietes und des Datenvolumens werden alle Flurkartenblätter **einer** thematischen Schicht zu **einem** *coverage* zusammengehängt. Da viele der 38 Flurkartenblätter nur einen winzigen Anteil am Auenbereich aufweisen, erscheinen die Vorteile einer

Kartenbibliothek (*library*) im gegebenen Fall als zu gering, der Mehraufwand hinsichtlich der Evidenhaltung der Daten (*update*) als bedeutender. Die einzelnen Datenschichten des Gesamtgebietes bestehen jeweils aus ca. 2000 bis 2700 Polygonen (vgl. Tab. 1). Wenn diese Datenschichten jedoch miteinander inhaltlich kombiniert („verschnitten“) werden, entsteht in der Regel ein Vielfaches dieser Anzahl. Es stellt sich daher bei jeder operativen Verknüpfung die Frage, ob die Ergebnisse temporär oder von Bestand sein sollen. In manchen Fällen kann eine einmalige Fragestellung auch mit entsprechenden Datenbankauszügen und kartographischen Darstellungen beantwortet werden, während für verschiedene Kombinationen (z.B. Vegetation und Boden) das Ergebnis als neue Datenschicht interessant ist, die wiederum als Ausgangsbasis für Bewertungen eingesetzt werden kann.

5.2 Flächenbilanzen als erste Analyseschritte

In einem ersten Analyseschritt werden **Flächenbilanzen** aller Grunddatenschichten erstellt. Die Kartierungsberichte enthalten zwar qualitative, aber keine quantitativen Angaben z.B. über die Verteilung von Bodeneinheiten, Strukturtypen oder Frühjahrsgrophyten. Mit einfachen Datenbankabfragen können Aussagen über absolute und relative Verteilung von Vorkommen, über Summenwerte, Durchschnittswerte, Extremwerte, Häufigkeitsverteilungen und ähnliche statistische Parameter getroffen werden (Tab.2).

5.3 Verschneidung

Der nächste sinnvolle Schritt ist die Analyse von zwei Datenschichten durch eine **Verschneidung**. Am Beispiel der Frühjahrsgrophyten ist etwa die Verteilung der Geophytenbestände hinsichtlich der realen Vegetation von Interesse. Tabelle 3 zeigt die Verteilung der Frühjahrsgrophyten in den verschiedenen Vegetationstypen. Darüber hinaus sind auch **komplexere Kombinationen** aus mehreren Datenschichten, z.B. zur Quantifizierung von Begriffen wie *Naturschutzpotential* oder *Natürlichkeit* rechnerisch möglich, sofern die bewertenden Ableitungsvorschriften inhaltlich fundiert vorliegen. Für das laufende Projekt *Salzachauen* werden von Experten Bewertungen der einzelnen Datengrundlagen erstellt und gemeinsam Matrizen und Rechenvorschriften für eine komplexe Analyse des Ist-Zustands definiert.

5.4 Einbeziehung von Punktdaten (Fauna)

Sämtliche **faunistischen** Kartierungsergebnisse stellen Punktdaten dar. Das Geographische Informationssystem *Salzachauen* bietet verschiedene Algorithmen, um von einem Punkt auf eine Fläche zu schließen, wobei eine einfache Interpolation ausscheidet, da sie eine homogene Verteilung voraussetzen würde. Stärkeren Realitätsbezug bietet dagegen die Konstruktion von **potentiellen Verbreitungskarten** (*habitat maps*): Diese bezieht sich auf die Strukturen und weitere Merkmale der Fundorte (Reale Vegetation, Boden, Hangneigungs-kategorie ...) sowie die theoretisch be-

nötigten Strukturen. Jedem Tier wird zunächst entsprechend Aufnahmemaßstab und -schärfe eine Fläche in Form eines Kreises zugeordnet, dessen Mittelpunkt der Beobachtungspunkt ist. Diese Fläche wird mit den Strukturtypen und weiteren Datenschichten verschnitten, die bestimmte Anforderungen an die Ausstattung des Lebensraumes erfüllen. Das Ergebnis ist im Gelände auf seine Plausibilität zu überprüfen und gegebenenfalls sind die Ableitungsvorschriften zu verändern, bis durch immer verfeinerte Verfahren potentielle Verbreitungskarten entstehen (vergl. d'OLEIRE-OLTMANN 1991, STOMS et al. 1992). Bei der gegenwärtigen praktischen Umsetzung ergeben sich jedoch Probleme: Man kann nicht für alle Arten die gleiche Vorgangsweise wählen. Bei einigen Artengruppen, wie z.B. bei den Libellen, scheint die beschriebene Vorgangsweise zu genügen. Beim Graureiher dagegen muß man wahrscheinlich verschiedene genutzte Gebiete unterscheiden. Eine reine Hochrechnung auf zur Verfügung stehende Brutgebiete aufgrund der vorliegenden zwei Beobachtungen ergäbe hunderte von potentiellen Brutgebieten. Hier müssen zusätzliche autökologische Kriterien aus der Literatur über theoretisch benötigte Habitate miteinfließen. Die vorgestellte Methode der Konstruktion von potentiellen Verbreitungsgebieten erscheint aufgrund der bisherigen Erfahrungen in dem vorliegenden Projekt als sinnvoll, wenn auch problematisch. Man darf jedoch die Ergebnisse nicht mit flächenscharfen Daten verwechseln, sondern muß sie im Sinne einer *fuzzy logic* als Antreffwahrscheinlichkeiten betrachten (vergl. OPENSHAW 1989).

6. Überlegungen zur integrativen Analyse und Bewertung des Ist-Zustands

„Die Bewertung von Teilen der Natur (Naturelementen) ist eine der wichtigsten Aufgaben des Naturschutzes“ (PLACHTER 1992, S. 9). Obwohl bereits eine Fülle von Bewertungsverfahren und -modellen bestehen (vergl. SEIBERT 1980, AMMER und SAUTER 1981), besteht die Notwendigkeit, ein spezifisches naturschutzfachliches Bewertungsverfahren für die *Salzachauen* zu entwickeln. Die Übertragbarkeit der bestehenden Verfahren ist eingeschränkt, da sie sich meist auf wenige wertbestimmende Kriterien beschränken und häufig verwendete Meßgrößen, wie z.B. Vielfalt und Natürlichkeit in den einzelnen Bewertungsverfahren unterschiedlich definiert und skaliert werden. Das Bewertungsverfahren darf sich nicht, wie häufig der Fall, zur Charakterisierung des Ökosystems auf die Vegetation beschränken, sondern soll möglichst viele Kriterien berücksichtigen. In vielen Fällen wurden z.B. faunistische Indikatoren nicht erfaßt, weil zum einen der Aufwand der Datenerhebung erheblich steigt und zum anderen die Schwierigkeit besteht, die meist punkthaften Daten mit flächenhaften Untersuchungen zu verknüpfen.

In dem Projekt *Salzachauen* sollen möglichst viele Teilbereiche des Naturhaushaltes zueinander in Beziehung gesetzt werden. Mit Hilfe des Geographischen Informationssystems können abiotische Daten (z.B. Grundwasser, Geländemodell, Boden, Nutzungen) und faunistische Erhebungen

mit flächenhaften Kartierungen wie reale Vegetation und Struktur- und Lebensraumtypen kombiniert werden.

Die Bewertung soll auf drei Ebenen erfolgen:

- Ebene der Arten
- Ebene der Lebensgemeinschaften
- Ebene der Biotope.

Hauptmeßgrößen auf allen drei Ebenen sind *Seltenheit*, *Repräsentanz*, *Vollständigkeit* und *Gefährdung* unter jeweiliger Berücksichtigung des Raumbezugs (örtlich, regional, landesweit, international bedeutsam). Im Gegensatz zu den meisten bestehenden Bewertungsverfahren wird auf *Artenvielfalt* als Meßgröße verzichtet, da sie für sich stehend keine Aussage für den naturschutzfachlichen Wert darstellt. Wie hinlänglich bekannt, können artenarme Ökosysteme einen sehr hohen naturschutzfachlichen Wert aufweisen (vergl. PLACHTER 1991, 1992) und müssen keineswegs instabil sein (vergl. ELLENBERG 1973, PLACHTER 1992).

Da bei einer naturschutzfachlichen Bewertung im Unterschied zu Eingriffs/Ausgleichsbilanzierungen vor allem qualitative Aussagen zu treffen sind, erfolgt die Bewertung auf ordinalem Niveau (1 = sehr hoch, 2 = hoch usw.). Eine arithmetische Verknüpfung etwa durch eine Mittelwertbildung oder gewichtete Mittelwertbildung, wie sie beispielsweise bei der Nutzwertanalyse erfolgt, erscheint als unzulässig. Vielmehr sollen die jeweils höchsten Werte erhalten bleiben, um zu verhindern, daß einzelne Meßgrößen „unter den Tisch fallen“. Dies soll auch die Transparenz des Bewertungsvorgangs erhöhen und somit die Bewertungsergebnisse für jeden nachvollziehbar machen.

7. Ausblick

In der Ökosystemstudie *Salzachauen* ist nach mehrjähriger umfangreicher Datenerhebung eine gute Grundlage für die naturschutzfachliche Bewertung gegeben. Dies ist für eine GIS-Anwendung nicht selbstverständlich. Damit jedoch im Projekt *Salzachauen* das GIS den Anforderungen gerecht wird, ist noch sehr viel Arbeit nötig. Bisher wurden lediglich die Voraussetzungen dafür geschaffen. Nun muß ein interdisziplinäres Team an Fachwissenschaftlern die vorliegenden Daten analysieren, bewerten und gewichten und gemeinsam mit den „GIS-Experten“ Ableitungsvorschriften aufstellen. Der Weg zu einem umfassenden Ökologischen Informationssystem scheint jedoch noch sehr weit zu sein (vgl. BLASCHKE; VOGEL 1993).

Eine weitere enge Zusammenarbeit mit dem Nationalpark Berchtesgaden und dem Zentrum für Geographische Informationsverarbeitung am Institut für Geographie der Universität Salzburg, die einen Know-how-Transfer in beiden Richtungen gewährleistet und bereits in der Konzeptionsphase wertvolle Hinweise zur Vermeidung von Fehlern bei der digitalen Datenerfassung und der Konstruktion der Datenbank lieferte, ist auch in Zukunft unbedingt notwendig.

In beiden Ökosystemstudien *Untersuchung zur Sicherung und Renaturierung des Salzachauen-Ökosystems* (Bayern) und *Gesamtuntersuchung Salzach* (Salzburg) sind die Datenerhebungen abgeschlossen, und es wurde das Stadium der Ana-

lyse und Bewertung erreicht. Theoretisch sind sowohl die fachlichen als auch die informationstechnischen Voraussetzungen für eine enge Zusammenarbeit gegeben. Eine Kooperation über eine staatliche Grenze hinweg wäre jedoch nicht nur aus der Sicht der Geographischen Informationsverarbeitung Neuland. Zur Überwindung der administrativen Schwierigkeiten einer etwaigen Zusammenarbeit wäre der Wille auf politischer Seite erforderlich.

Danksagung

Das Projekt wird durchgeführt mit Fördermitteln des Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. Den Kollegen und Mitarbeitern an der ANL danken wir für ihre Unterstützung, Ideen und Anregungen.

Zusammenfassung

Zur Lösung der aktuellen Umweltprobleme sind flächendeckende verlässliche und umfassende Datengrundlagen notwendig. Das komplexe System Umwelt mit seinen vielfältigen Wechselwirkungen erfordert eine ganzheitliche Betrachtung. Mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen (GIS) können große Mengen räumlich verorteter Daten und darauf bezogener thematischer Attribute verwaltet werden und bieten daher die Möglichkeit, vielfältige Informationen über einen Raum zu verknüpfen, um sie zu analysieren.

Im Rahmen des Gesamtprojekts *Untersuchung zur Sicherung und Renaturierung der Salzachauen* werden seit 1989 im Auftrag der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) in Laufen umfassend Grundlagenuntersuchungen im terrestrischen Bereich durchgeführt. Die vorhandenen Ergebnisse sollen vollständig zusammengeführt werden, um den Ist-Zustand der bayerischen Salzachauen detailliert zu erfassen und aus ökologischer Sicht sowie aus Sicht des Naturschutzes und der Landschaftspflege bewerten zu können. Die vorliegenden Zwischenergebnisse deuten die Vielfalt der analytischen Auswertungsmöglichkeiten an, die letztlich in dem über mehrere Jahre konzipierten Gesamtprojekt zu einer Bewertung konkreter Maßnahmen führen sollen. Bei intensiver Auseinandersetzung mit dem Thema *Bewertung* setzt sich die Erkenntnis durch, daß der Computereinsatz zusätzliche Möglichkeiten der Verknüpfung und integrativen Analyse mehrerer Sachthemen in interdisziplinärer Projektarbeit schafft. Die Verwirklichung setzt jedoch eine äußerst fundierte und transzendente Vorgangsweise voraus.

Literaturverzeichnis:

AMMER, U. und SAUTER, U. (1981): Überlegungen zur Erfassung der Schutzwürdigkeit von Auebiotopen im Voralpenraum. – Berichte d. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 5, S. 99-137.

BILL, R. und FRITSCH, D. (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band 1: Hardware, Software und Daten. – Karlsruhe.

BLASCHKE, T. (1993):

Analyse eines Ökosystems mit Hilfe eines GIS. Potential und Probleme am Beispiel der Ökosystemstudie Salzachauen. – In: DOLLINGER, F. und STROBL, J. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung V, Beiträge zum GIS-Symposium 7.-9. Juli 1993, Salzburger Geographische Materialien Heft 20, S. 267-278, Salzburg.

BLASCHKE, T. and VOGEL, M. (1993):

The long way from Geographical to Ecological Information Systems: A case study in the alluvial flood plain of the Salzach (Bavaria). – Proceedings of The First Conference On Geographical Information Systems In Environmental Studies "GIS for Environment", Krakow.

EDER, R.; HOLLER, W.; MAYER, A.; SCHWANCK, J.; WENISCH, E. und ZINTL, R. (1987):

Fortführung der Biotopkartierung Bayern. Kartieranleitung. – Mskr. 182 S., München.

ELLENBERG, H. (1973):

Ziele und Stand der Ökosystemforschung. – ELLENBERG, H. (Hrsg.), Ökosystemforschung, S. 1-31.

HETTNER, A. (1928):

Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden. – Breslau.

KAULE, G., SCHALLER, J. und SCHÖBER, H.-M. (1979):

Auswertung der Kartierung schutzwürdiger Biotope in Bayern. Allgemeiner Teil – Außer-alpine Naturräume. – Schutzwürdige Biotope in Bayern 1, 154 S., München.

KORNECK, D. et al. (1984):

Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). – In: BLAB, J.; NOWAK, E.; TRAUTMANN, W. und SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, 4. Aufl., S. 128-148, Greven.

LESER, H. (1984):

Zum Ökologie-, Ökosystem- und Ökotypbegriff. – Natur und Landschaft 59, S. 351-357.

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M. and RHIND, D. (eds.) (1991): Geographic Information Systems. Principles and Applications. – New York.

MÜHLINGHAUS, R. (1991):

Konzepte der Raumplanung zur Erhaltung und Entwicklung von Flußauen. – Laufener Seminarbeiträge 4/91, S. 143-149, Laufen.

D'OLEIRE-OLTMANN, W. (1991):

Verteilungsmuster von Tierarten oder -gruppen im Nationalpark Berchtesgaden. Erfassung mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems. – Laufener Seminarbeiträge 7/91, S. 68-72, Laufen.

OPENSHAW, S. (1989):

Learning to live with errors in spatial databases. – In: GOODCHILD and GOPAL (eds.): The Accuracy of Spatial Data Basis, S. 263-276, London.

PLACHTER, H. (1991):

Naturschutz, Stuttgart.

—— (1992):

Grundzüge der naturschutzfachlichen Bewertung. – Veröffentl. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 67, S. 9-48.

SCHÖNFELDER, P. (1986):

Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Schr. Reihe Bayer. LfU 72, 77 S., München.

SEIBERT, P. (1980):

Ökologische Bewertung von homogenen Landschaftsteilen, Ökosystemen und Pflanzengesellschaften. – Berichte der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 4, S. 10-23.

STOMS, D.; DAVIS, F. und COGAN, C. (1992):

Sensitivity of Wildlife Habitat Models to uncertainties in GIS Data. – Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 58/6, S. 843-850.

WEISS, F. (1981):

Die flußmorphologische Entwicklung und Geschichte der Salzach. – In: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.) Die Zukunft der Salzach, Tagungsbericht (Laufener Seminarbeiträge) 11/81, S. 24-33, Laufen.

WÖSENDORFER, H. (1991):

Regeneration geschädigter Flußauen an der österreichischen Donau. – Laufener Seminarbeiträge 4/91, S. 124-130, Laufen.

Anschriften der Verfasser/in:

Dipl.-Geogr. Thomas Blaschke
Zentrum für Geographische Informationsverarbeitung – ZGIT
Universität Salzburg
Hellbrunner Straße 34
A-5020 Salzburg

Dipl. Biol. Evelin Köstler
Bayerische Akademie für
Naturschutz und Landschaftspflege
Postfach 1261
D-83406 Laufen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege \(ANL\)](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [17_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Blaschke Thomas, Köstler Evelin

Artikel/Article: [Aufgaben und Ziele der Ökosystemstudie Salzachauen und die Rolle des Geographischen Informationssystems \(GIS\) 243-251](#)