

Biomonitoring zur Ökologie und Renaturierung anthropogen veränderter Lebensräume des bayerischen Salzachauen-Ökosystems von Freilassing bis zur Mündung in den Inn *)

Michael CARL

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	121
2. Methodik	122
2.1 Biomonitoring – Vorgehensweise in der Salzachau	122
2.2 Auswahl der Lebensräume in der Salzachau	122
2.3 Auswahlkriterien für die Indikatorarten	122
3. Indikatorarten – Autökologie	123
3.1 Avifauna	123
3.2 Amphibien	123
3.3 Insekten	123
4. Bioindikation – Faktorenanalyse	124
4.1 Avifauna	124
4.2 Amphibien	124
4.3 Insekten	125
5. Biomonitoring-Konzept für die zukünftige Bewertung von Renaturierungsmaßnahmen in der Salzachau	125
5.1 Artenspektrum	125
5.2 Areale der Indikatorarten	126
5.3 Dauerbeobachtungsflächen	126
5.4 Fortschreibung des Monitoringprogrammes	126
6. Zusammenfassung	126
7. Dank	130
Literatur	130

1. Einleitung

Die Auen mitteleuropäischer Flüsse werden im natürlichen bzw. naturnahen Zustand von einer hochangepassten und zum Teil nur hier vorkommenden Zoozönose besiedelt. Aufgrund vielfältiger anthropogener Eingriffe und Nutzungskonflikte gehören die Flußauen zu den am meisten bedrohten Lebensräumen (LFU 1992).

Der heutige Zustand unserer Auen ist das Ergebnis einer besonders in den letzten 100 Jahren immer intensiver betriebenen Nutzung der Natur durch den Menschen. Durch die Umwandlung der natürlichen Vegetation in Kulturland wie Wiesen, Äcker und Forste wurden die meisten Auwälder etc. durch diese Sekundärbiotope ersetzt. Die Auegewässer haben vielfältige Veränderungen erfahren. Viele Stehgewässer wurden zugeschüttet, andere in Fischteiche umgewandelt. Die Regulierung der Flüsse hatte vielfach ein völliges Ausbleiben der jährlichen Hochwässer (Hq 1) zur Folge, wodurch sich die Optima der relevanten Umweltfaktoren für viele einstmalige typische Auearten zu den Pessima hin verschoben. Die Folge

war, daß viele typische Auearten nicht mehr die passenden Lebensbedingungen in ihren Gewässern vorfanden bzw. durch einwandernde Arten aus anderen Gewässertypen verdrängt wurden. Die Fauna der europäischen Ströme und damit auch ihrer Auegewässer wurde zerstört, bevor es möglich war, sie wissenschaftlich zu untersuchen (FITTKAU & REISS 1983). Wenn also heute von „typischen Auearten“ gesprochen wird, so ist damit ausschließlich die rezente, anthropogen beeinflusste und veränderte Zoozönose gemeint. Dies erschwert eine sinnvolle Charakterisierung und Bewertung der untersuchten Flußauen ungemein.

Die Salzach ist der größte Nebenfluß des Inns und besitzt eine Gesamtlänge von 225 km. Davon bilden insgesamt 59,3 km die Staatsgrenze zwischen Deutschland und Österreich. Die Salzach entspringt in den Kitzbühler Alpen in einer Höhe von 2450 m (über Meereshöhe) und mündet bei 344 m (über Meereshöhe) in den Inn. Ihr gesamtes Einzugsgebiet ist ca. 6730 km² groß, wovon 11,8% in Bayern liegen (ANL 1987). Die Salzach zeigt durch ihren starken Unterschied zwischen Sommer- und Winterwasserführung und ihre gehäuften Hochwässer einen ausgeprägten alpinen Charakter. Mit einer Fläche von 33 km² gehört der bayerische Teil der Salzachau zu den kleineren Auen in Bayern (SCHREINER 1991).

Für die gesamte Salzachau nördlich der Stadt Salzburg bis zur Mündung in den Inn sind länderübergreifende Renaturierungsmaßnahmen geplant. Das vorgestellte Monitoringprojekt soll die Grundlage für eine zoologisch begründete Bewertung der verschiedenen Renaturierungsszenarien bilden. Außerdem soll es später der begleitenden Beobachtung und Bewertung der tatsächlichen Auswirkungen des dann realisierten Renaturierungskonzeptes dienen. Der vorliegende Artikel basiert auf einem von der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 1996 in Auftrag gegebenen Gutachten „Biomonitoring zur Ökologie und Renaturierung anthropogen veränderter Lebensräume am Beispiel des Salzachauen-Ökosystems“, das hier in Auszügen vorgestellt wird.

Von der ANL wurden bisher 23 Forschungsvorhaben zur bayerischen Salzachau in Auftrag gegeben

*) Vortrag auf der ANL-Fachtagung „Monitoring – Modellierung“ am 19./20. November 1997 in Erding (Leitung: Dr. Christof Manhart).

(FUCHS 1995). Die vorliegende Arbeit orientiert sich unter anderem an den Ergebnissen folgender Gutachten:

FOECKLER, F. et al (1995): Die Rolle aquatischer Makroinvertebraten in den Altwässern der Salzach-Aue

SAGE, W. (1994): Die Flußniederungen von Inn, Alz und Salzach im Bereich der Landkreise Altötting und Rottal/-Inn: Lepidopterologische Begutachtung

SCHERNER, U. (1990): Forschungsvorhaben faunistische Dauerbeobachtung

SIERING, M. (1989): Erfassung der Reptilien-, Amphibien-, Makrolepidopteren- und Odonatenfauna in den bayerischen Salzach-Auen zwischen Saalach und Inn

WERNER, S. (1990): Bewertung der bayerischen Salzachauen zwischen Laufen und der Salzachmündung aus ornithologisch-ökologischer Sicht

WERNER, S.; & N. WINDING (1988): Bewertung der bayerischen Salzachauen zwischen Freilassing und Laufen aus ornithologisch-ökologischer Sicht.

2. Methodik

2.1 Biomonitoring – Vorgehensweise in der Salzachau

Die Qualität von Renaturierungsmaßnahmen anthropogen veränderter Lebensräume sowie Schutzmaßnahmen für bestimmte Arten kann nur durch Monitoring ausgewählter Populationen (siehe zur Auswahl der Indikatorarten Abschnitt 2.3) überprüft werden. Im vorliegenden Fall kommt passives Monitoring zur Anwendung (SCHUBERT 1991), das auf der Beobachtung freilebender Organismen basiert. Diese Methode hat den Vorteil, die Organismen unbeeinflusst von experimentell bedingten Parametern (aktives Monitoring) in ihrer natürlichen Umgebung beobachten zu können. Das Faktorengefüge entspricht in diesem Fall den natürlichen Bedingungen. Von Nachteil ist, daß das Faktorengefüge zu einem Gesamteffekt führt, der die Identifikation eines Stressors/limitierenden Faktors ungemein erschwert. Mit der vorliegenden Arbeit soll das Biomonitoringkonzept für die Salzachau auf eine Grundlage gestellt werden, die eine größere Aussageschärfe ermöglicht. Grundsätzlich hierfür sind nicht so sehr die Lebensräume der Arten, sondern die für die Existenz bzw. Nichtexistenz der Art relevanten Umweltfaktoren. Diese können sowohl biotischer als auch abiotischer Natur sein. Das auf einer Valenzskala von einer Glockenkurve abgedeckte Gefälle einer Faktorenamplitude nähert sich zum pessimalen Bereich hin entweder dem Minimum oder dem Maximum der Amplitude (MÜLLER 1991). Innerhalb dieser beiden Pessima liegt irgendwo das Optimum für die jeweilige Art. Aufgrund der vorliegenden autökologischen Daten zu den Indikatorarten soll versucht werden, das Minimum, Maximum und Optimum der relevanten Umweltfaktoren herauszuarbeiten. Es bleibt aber bei der gewählten passiven Monitoring-Methode weiterhin

das Problem, die Reaktion der Indikatorart (z.B. An- oder Abwesenheit) den für die Reaktion verantwortlichen Umweltfaktoren zuzuordnen. Deshalb soll der Versuch unternommen werden, für jede Art den limitierenden Faktor herauszuarbeiten. Dies kann nur der Faktor sein, der im Vergleich mit den anderen relevanten Umweltfaktoren am stärksten dem Minimum oder Maximum der Faktorenamplitude genähert ist. Die Umweltfaktorenanalyse für jede Art bzw. Artengemeinschaft gliedert sich demnach in drei Schritte:

- Sammlung und Bewertung der autökologischen Daten
- Erstellen eines Sets relevanter Umweltfaktoren
- Herausarbeiten des limitierenden Faktors bezogen auf die derzeitige Situation in der Salzachau sowie in Hinsicht auf die geplanten Renaturierungsmaßnahmen.

Es muß betont werden, daß diese Vorgehensweise stark von der Datenbasis zur Autökologie der Indikatorarten abhängt und nicht in jedem Fall zur gewünschten Aussageschärfe führen wird.

2.2 Auswahl der Lebensräume in der Salzachau

Für das Monitoring der Salzachau wurden folgende charakteristische Lebensraumtypen ausgewählt: Weichholzaue, Hartholzaue, Stehgewässer (Altwässer), Fließgewässer (nicht Salzach), Röhricht, Seggenried, Sand- und Schotterbänke der Salzach, Quellfluren, Steilufer, Kleingewässer. Sie boten beste Voraussetzungen für die Beobachtung der Indikatorarten (siehe 2.3).

2.3 Auswahlkriterien für die Indikatorarten

Bioindikatoren sind Organismen oder Organismengemeinschaften, deren Lebensfunktionen sich mit bestimmten Umweltfaktoren so eng korrelieren lassen, daß sie als Zeiger dafür verwendet werden können (SCHUBERT 1991). Biologische Systeme reagieren sowohl auf natürlich auftretende als auch auf anthropogen verursachte extreme Veränderungen von Umweltfaktoren (Stressoren) bzw. Faktorengefügen. Wesentlich für die Auswirkung auf die Biozönoson sind dabei Stärke, Intensität, Zeitpunkt und Dauer des Stressors. Als Beispiel sei hierfür das Ausbleiben der Überschwemmung der Aue durch geringe Niederschläge in einem Jahr dem Ausbleiben der Überschwemmungen über viele Jahre durch Regulierung des Fließgewässers gegenübergestellt. Hier wirken Zeitpunkt und Dauer des Stressors, da typische Auearten durchaus an das einmalige Ausbleiben von Überschwemmungen angepaßt sein können, auf das jahrelange Ausbleiben jedoch mit dem Zusammenbruch der Population reagieren (lebensbedrohender Stressor = limitierender Faktor).

Organismen oder Organismengemeinschaften sind nur dann als Bioindikatoren verwendbar, wenn sie folgende Bedingungen erfüllen:

- Die biologische Wirkung eines Umweltfaktors sollte sich an einer eindeutigen Reaktion des Bioindikators erkennen lassen.
- Der Bioindikator sollte auf den (einen) zu untersuchenden Umweltfaktor in spezifischer und eindeutiger Weise reagieren, so daß die fälschliche Indizierung von Einflüssen mehrerer anderer Umweltfaktoren (unspezifische Bioindikation) möglichst ausgeschlossen ist.
- Gute Bioindikatoren weisen eine ausgesprochen hohe Habitatbindung auf, da die Einwirkung der dort existierenden Faktorenamplituden auf den Organismus dann von essentieller Bedeutung für die Existenz oder Nichtexistenz der Art sind. Da Wasserinsekten diese hohe Habitatbindung aufweisen, sind sie insbesondere für die Indizierung bestimmter Sukzessionsstufen der Gewässer hervorragend geeignet (HEBAUER 1988).
- Außerdem wäre es im vorliegenden Fall von Vorteil, wenn die An- oder Abwesenheit des Bioindikators im Untersuchungsgebiet einfach zu ermitteln wäre.

Unter Berücksichtigung der o.g. Kriterien wurden folgende Indikatorarten ausgewählt: *Charadrius dubius* (Flußregenpfeifer), *Actitis hypoleucos* (Flußuferläufer), Eisvogel (*Alcedo atthis*), *Locustella luscinoides* (Rohrschwirl), *Acrocephalus scirpaceus* (Teichrohrsänger), *Acrocephalus arundinaceus* (Droselrohrsänger), *Emberiza schoeniclus* (Rohrhammer), *Bombina variegata* (Gelbbauchunke), *Rana dalmatina* (Springfrosch), Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*), Trichoptera (Köcherfliegen), *Apatura iris* (Großer Schillerfalter), *Apatura ilia* (Kleiner Schillerfalter).

3. Indikatorarten – Autökologie

Da eine vollständige Vorstellung der Ergebnisse den Rahmen dieses Artikels sprengen würde, beschränken sich die folgenden Ausführungen auf eine beispielhafte Auswahl der Indikatorarten.

3.1 Avifauna

Acrocephalus scirpaceus (Teichrohrsänger)

Im Schilf gewöhnlich der häufigste Rohrsänger. Der Lebensraum des Teichrohrsängers ist der Schilfröhrrwuchs entlang der Ufer von Gewässern. Dabei begnügt er sich auch mit schmalen Schilfstreifen, denen er sogar vor breiten Schilffeldern den Vorzug gibt. Die Art fliegt wenig und bleibt dabei dicht über der Vegetation. Meist bewegt sie sich hüpfend oder kletternd im Schilf (SCHERNER 1990). Bisweilen weicht sie auch auf wasserferner gelegene Sträucher und Schilfdickichte aus. Sein Nest legt der Teichrohrsänger normalerweise ufernah im Schilf in etwa 0,25 bis 1,5 m Höhe an, wobei sowohl frische grüne, als auch alte, trockene Halme Verwendung finden. Schilf scheint sowohl für die Aufhängung des Nestes als auch für dessen Auspolsterung unabdingbar zu sein.

Zwischen April und Mai kommt die Art am Nistplatz an und brütet die 4 Eier in ca. 13 Tagen aus. Die Jungen verlassen das Nest nach 9 bis 13 Tagen. Die Nahrung besteht überwiegend aus Insekten und Spinnen. Dort, wo das Angebot an geeigneten Habitaten (Gewässer mit Schilfzone) gering ist, ist die Brutdichte deutlich niedriger (NICOLAI 1993). Die Art ist standorttreu.

3.2 Amphibien

Rana dalmatina (Springfrosch)

Die Frühjahrswanderung zu den Laichplätzen beginnt im Februar und endet im April abhängig vom Mikroklima). Die Winterquartiere können bis zu 1,1 km vom Laichplatz entfernt sein. Mit einer durchschnittlichen Verweildauer von 5 Tagen verbringt der Springfrosch die kürzeste Zeit aller Frösche im Wasser. Folgende Faktoren sind (in der Reihenfolge der Wichtigkeit) für die Auswahl des Laichgewässers wichtig: Offenes Wasser, Besonnung, vertikale Strukturen, Wassertiefe 10-25 cm. Die Laichballen werden in der genannten Wassertiefe an Wurzeln, Stöcken etc. befestigt und sind am Nachmittag direkter Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Die Art ist sehr laichplatztreu (ca. 90% der Individuen kehren zum Stammlaichplatz zurück). Nach dem Ablichten wandern die Individuen langsam in ihre Sommerquartiere ab. Die Art ist sehr trocken tolerant und nur in heißen Jahren werden andere Gewässer aufgesucht bzw. Regenfälle für die weitere Wanderung abgewartet. Bevorzugt werden lichte, besonnte, trockene und krautreiche Habitats im Hochwald (BLAB 1986). Bevorzugt Laub- und Mischwälder, sowohl an sumpfigen als auch an trockenen Stellen zu finden. Die Imagines sind auf Bodenverstecke angewiesen. Die Winterquartiere liegen in tieferen Bodenbereichen. Außerhalb der Fortpflanzungszeit bevorzugt die Art die dichteren Bereiche der Krautschicht von Wäldern. Als Laichhabitat werden nicht zu flache Stehgewässer mit submersen Makrophyten bevorzugt. Nach der Überwinterung, die sowohl im Wasser als auch an Land stattfinden kann, beginnt die Eiablage frühestens im Februar, normalerweise im März und April. Die Larven verlassen das Wasser nach 2 bis 3 Monaten. Nach der 2. oder 3. Überwinterung sind die Tiere geschlechtsreif (ENGELMANN 1986, NÖLLERT & NÖLLERT 1992). Die Art benötigt zum Ablichten sonnenexponierte Uferpartien mit vertikalen Unterwasserstrukturen zum Anheften der Laichballen (GRAUVOGL et al 1994). Als Laichgewässer in der Salzachau werden sowohl Altwasser als auch kleine Tümpel angenommen. Charakteristisch ist das Fehlen einer ausgedehnten Röhrichtzone am Ufer, in den meisten Fällen reicht der Auwald direkt an das Ufer (SIERING 1989).

3.3 Insekten

Cordulegaster bidentatus (Gestreifte Quelljungfer)

Libellenlarven sind in unseren Breiten kaum in das Krenal/Rithral vorgedrungen. Eine der seltenen Arten dieser obersten Fließgewässerregion ist die Gestreifte Quelljungfer.

- **Lebensraum und Lebensweise der Imagines:**
Die Imagines fliegen in typisch kleiner Populationsgröße an kleinen Quellrinnsalen von Juni bis August. Man findet sie in trockenen und gebirgigen Wäldern an den Ufern kleiner Hangbäche. Der Flugraum darf nicht zu sehr durch Unterwuchs eingeengt sein. Die Libellen fliegen ab ca. 10 h mit wechselnder Aktivität. Zum Ausruhen bzw. zur Nahrungsaufnahme suchten sie mit der Beute die Wipfelregion der umstehenden Bäume auf. Der Jagdflug erfolgt zumeist entlang des Larvengewässers dicht über dem Wasser. Die Flugrouten lassen darauf schließen, daß die Tiere den Flugraum systematisch und schematisch nach Beute absuchen (CARL 1995). Die Weibchen suchen zur Eiablage feuchten Schlamm oder sandige Flächen in dünn überrieselten Bachabschnitten auf, bohren den vertikal gestellten Hinterleib im Flug in das Sediment und legen dort die Eier ab (WESENBERG-LUND 1943). Durch die geringen Populationsgrößen fallen die Imagines in manchen Jahren aus.
- **Lebensraum und Lebensweise der Larven:**
Die wasserlebenden Larven sind in kleinsten Quellrinnsalen mit geringer Wasserführung, Quellmooren, sumpfigen Flächen, schmaleren Bächen und überrieselten Moospolstern zu finden (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993). Stets lebt die Larve versteckt und lauert im Sediment eingegraben auf Beute. Sie bevorzugt sehr sauberes, nährstoffarmes Wasser mit nicht allzu großer Fließgeschwindigkeit. Die Larven wurden schon bis in 1200 m.Höhe gefunden. Die Larvalentwicklung dauert aufgrund der oligotrophen Habitatbedingungen mit geringer Beutedichte vermutlich drei bis fünf Jahre. Eine Altlarve wurde dabei beobachtet, daß sie sich nach der letzten Häutung erst ein Jahr später im Frühsommer in die Imago verwandelte. Neuere Beobachtungen lassen vermuten, daß die Art auch kleine moorige Gräben annimmt und dort in strömungsarmen Bereichen im Detritus sitzt.

Für zwei *C. bidentatus*-Habitate im Osternoher Tal (Lkrs. Nürnberger Land) wurden folgende physikalisch/chemische Daten des Wassers ermittelt (CARL 1995):

- Optischer und olfaktorischer Gesamteindruck des Wasserkörpers einwandfrei, keine Trübung, Färbung oder Geruch.
- Wassertemperatur aufgrund der Quellnähe relativ konstant 7,3 bis 7,5°C.
- Sedimenttemperatur 7,2 bis 7,3°C.
- Leitfähigkeit 50 bis 160 µS/cm.
- Kein Nachweis von Ammonium, Orthophosphatgehalt 0,04 bis 0,06 mg/l.
- pH 5 bis 6, Gesamthärte 1 bis 4,2°dH, Sauerstoffgehalt 9 bis 10,3 mg/l.

Markierungs- und Wiederfanguntersuchungen in o.g. Habitaten ergaben, daß die Imagines sehr standorttreu sind und die Imaginalpopulation am Ende der Imaginalzeit innerhalb von zwei Wochen zusammenbricht.

4. Bioindikation – Faktorenanalyse

Die in Abschnitt 3 zusammengestellten Autökologiedaten werden in diesem Abschnitt zu einem Umweltfaktoren-Set für jede Art zusammengestellt und der limitierende Faktor unter Bezugnahme auf den status quo in der Salzachau ermittelt (soweit möglich). Im Anschluß daran erfolgt für jede Art unter Verwendung der Faktorenanalyse eine kurze Kommentierung ihrer derzeitigen Bestandssituation.

Die in den folgenden Abschnitten aufgeführten *kursiv*-gedruckten Habitatnummern entsprechen denen in den Karten. Die Numerierung erfolgte aufsteigend von der Mündung bis zur Landesgrenze bei Freilassing beginnend mit Nr. 5 und endend mit Nr. 335 sowie diskontinuierlich, um später hinzukommende Habitate problemlos und numerisch „richtig“ einfügen zu können.

4.1 Avifauna

Acrocephalus scirpaceus (Teichrohrsänger)

Relevante Umweltfaktoren (soweit bekannt):

- nicht zu breite Schilfgürtel entlang der Ufer von Gewässern
- Nest ufernah im Röhricht aufgehängt

Limitierender Faktor:

- nicht zu breite Schilfgürtel entlang der Ufer von Gewässern

Bestandssituation:

- Die Bestandsaufnahme ausgewählter Röhricht- und Seggenflächen zeigte eine Tendenz zum Austrocknen der Aue. Einige bei der Lebensraumtypenkartierung nachgewiesenen Bestände sind vollständig verschwunden oder es stehen nur noch alte Halme. An den Fundorten Zoologie 105, 135, 185, 240 konnte die Art 1996 nachgewiesen werden. An den potentiellen Brutgewässern 100, 110, 120, 140, 155, 160, 165, 170, 175, 180, 190, 195, 200, 255, 260, 285 konnte die Art nicht nachgewiesen werden.

4.2 Amphibien

Rana dalmatina (Springfrosch)

Relevante Umweltfaktoren (soweit bekannt):

- Laichgewässer offenes Wasser ohne Röhrichtzone, Besonnung, vertikale Strukturen (Wurzeln, Stöcke), Wassertiefe 10-25 cm
- sehr ortstreu – Zerstörung des Laichgewässers
- Larvalzeit 2 bis 3 Monate
- Entfernung Winterquartier/Laichgewässer maximal 1,1 km
- Sommerquartier lichte, besonnte, trockene bis feuchte und krautreiche Hochwälder mit Bodenverstecken

- Winterquartier mit Verstecken in tieferen Bodenschichten, Überwinterung im Wasser unwahrscheinlich

Limitierender Faktor:

- ausreichendes Angebot an adäquaten Laichgewässern oder passende Sommerquartiere für die Imagines (aufgrund der Datenlage zur Autökologie nicht zu entscheiden)

Bestandssituation:

- Mit 81 Laichplätzen eine der größten Springfroschpopulationen in Bayern. Zwischen Laufen und der Salzachege existiert ein geschlossenes Areal, der Bestand im Mündungsbereich ist vom o.g. Hauptareal isoliert. Der Bestand zwischen Laufen und Freilassing ist durch Austrocknung der Aue gefährdet. Die stichprobenartige Bestandsaufnahme 1995 und 1996 belegt einen Rückgang der Stehgewässer insgesamt und der adäquaten Laichgewässer im speziellen. An den Fundorten Zoologie 220, 290, 300, 315 fehlte die 1989 nachgewiesene Art (SIERING 1989). Der Bestand ist derzeit nicht von der Extinktion bedroht, aber besonders in den südlichen Bereichen der Aue im Rückgang begriffen.

4.3 Insekten

Cordulegaster bidentatus (Gestreifte Quelljungfer)

Relevante Umweltfaktoren (soweit bekannt):

- Lebensraum Hangbäche in lichterem Waldern
- kleine Quellrinnsale mit geringer Wasserführung
- schlammig-sandiges Sediment
- sauberes, nährstoffarmes Wasser
- Flugraum im Waldlicht mit geringem Unterwuchs
- geringe Populationsgröße

Limitierender Faktor:

- Diese extrem stenöke Art reagiert empfindlich auf jeden der oben genannten Faktoren, der sich im pessimalen Bereich bewegt. In den Salzachauen kommt als limitierender Faktor die geringe Anzahl der passend strukturierten Bäche in Frage, da ein Teil der Hangbäche im Bereich Fließkilometer 21 bis 22 verrohrt, betoniert oder sonstwie negativ beeinflusst ist.

Bestandssituation:

- Fünf mit Larven unterschiedlichen Alters besetzte Bäche lassen auf eine stabile und gut strukturierte Population schließen. Die Larvengewässer 75, 85, 88 bis 90 entsprechen morphologisch exakt den in 3.3.1 gemachten Angaben zur Autökologie. Der Wasserchemismus wurde nicht untersucht. Der Flugraum der Imagines entspricht nicht immer den in 3.3.1 gemachten Angaben, da die Larvengewässer zum Teil stark zugewachsen sind. Da die Funde jedoch unmittelbar am Rand des Uferweges der Salzach gemacht wurden, fliegen die Imagines vermutlich dort im Halbschatten, eventuell entlang des parallel zum Weg verlaufenden Entwässerungsgrabens.

5. Biomonitoring-Konzept für die zukünftige Bewertung von Renaturierungsmaßnahmen in der Salzachau

5.1 Artenspektrum

Aufgrund der in Abschnitt 4 durchgeführten Faktorenanalyse konnten die für jede Art relevanten (und bekannten!) Umweltfaktoren für die meisten Indikatorarten präzisiert und festgelegt werden. Es hat sich gezeigt, daß die ausgewählten Indikatorarten die Vielfalt der in der Salzachau angebotenen Habitate in großem Umfang nutzen, eine zumeist hohe Habitatbindung aufweisen sowie (bis auf zwei Ausnahmen – siehe unten) auf die für die Fragestellung relevanten Umweltfaktoren wie Anzahl und Umfang der Hochwasserereignisse, Bodenfeuchte etc. in spezifischer und eindeutiger Weise reagieren.

Zwei Arten des untersuchten Indikatorartensets genügen den Anforderungen an die spezielle Fragestellung in den Salzachauen nicht in vollem Umfang:

- Der Eisvogel (*Alcedo atthis*) (im vorliegenden Text nicht aufgeführt) ist für das Monitoring-Programm weniger geeignet, da seine Existenz entscheidend von Umweltfaktoren abhängt, die nicht mit auespezifischen Umweltfaktoren wie Hochwasser in Zusammenhang stehen. Bei dieser Art ist in unseren Breiten unter anderem das Klima als entscheidender Stressor anzusehen, da strenge Frostperioden für extreme Schwankungen der Individuenzahl einer Population verantwortlich sind. Dies erschwert das Biomonitoring ungemein, da die zweifelsohne vorhandenen Einflüsse auespezifischer Umweltfaktoren auf die Art im „Rauschen“ der dominierenden Faktoren untergehen.
- Die Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*) stellt extreme Ansprüche an ein räumlich sehr kleines Larvalhabitat in einem kleinen Areal der Salzachau. Die läßt die Übertragbarkeit der Bioindikation auf großräumig wirkende Renaturierungsmaßnahmen problematisch erscheinen. Schon geringste Veränderungen im Larvalgewässer können die Existenz der Art in den Salzachauen beeinflussen, ohne daß hier ein ursächlicher Zusammenhang mit den Renaturierungsmaßnahmen besteht. Eine Fehlbeurteilung könnte nur dann sicher vermieden werden, wenn die Larvalhabitate mit einem Untersuchungsprogramm in das Monitoring einbezogen würden, welches die Wasserqualität sowie die Struktur der Larvalbäche berücksichtigt. Der Aufwand hierfür ist als relativ hoch einzuschätzen. Die Art wurde dennoch in der vorliegenden Arbeit ausführlicher behandelt, um die Probleme einer sinnvollen Auswahl der Monitoringarten für einen derart komplexen Lebensraum zu verdeutlichen.

Auf das Monitoring der beiden oben genannten Arten kann daher ohne Informationsverlust für das Monitoringprogramm verzichtet werden.

Es muß betont werden, daß für alle Indikatorarten das Umweltfaktorenset unvollständig ist. Die zum Teil widersprüchlichen Literaturangaben zur Autökologie und die Vernachlässigung der Untersuchung bestimmter Lebensstadien der Arten haben ein Informationsdefizit zur Folge, das eine präzise und eindeutige Bioindikation erschwert. Dies gilt zum Beispiel für die Habitatansprüche der Springfrosch-Imagines im Sommer. Hier ist dringender Forschungsbedarf gegeben!

Für das Biomonitoring der Salzachauen wurde, basierend auf den Ergebnissen der Faktorenanalyse folgenden Indikatorartenset zusammengestellt:

- *Charadrius dubius* (Flußregenpfeifer), *Actitis hypoleucos* (Flußuferläufer), *Locustella luscinioides* (Rohrschwirl), *Acrocephalus scirpaceus* (Teichrohrsänger), *Acrocephalus arundinaceus* (Droselrohrsänger), *Emberiza schoeniclus* (Rohrhammer), *Bombina variegata* (Gelbbauchunke), *Rana dalmatina* (Springfrosch), *Trichoptera* (Köcherfliegen), *Apatura iris* (Großer Schillerfalter), *Apatura ilia* (Kleiner Schillerfalter).

5.2 Areale der Indikatorarten

Karte 1 bietet einen Überblick über einen Teilabschnitt des rezenten Teichrohrsängerareals. Angegeben ist ein rezenter Nachweis des Teichrohrsängers bei Fundort 185 sowie das potentielle Areal der schilfbrütenden Arten, die nicht obligat auf weite, im Wasser stehende Schilffelder angewiesen sind. Das derzeitige Defizit an adäquaten Feuchthabitaten für Schilfbrüter in einem potentiell feuchten Lebensraum wie der Salzachau ist evident und weist drastisch auf die fortschreitende Austrocknung der Salzachau auch in diesem Bereich des Tittmoninger Beckens hin. Entscheidend für eine erfolgreiche Ausdehnung der Areale bzw. Wiederansiedelung der Arten ist die Ausweisung und Ausweitung neuer bzw. bestehender Retentionsflächen.

Karte 2 zeigt deutlich die kurzfristigen Auswirkungen der Austrocknung der Aue auf das Areal von *Rana dalmatina* (Springfrosch). Während die Kartierung von SIERING (1989) im gesamten Bereich des potentiellen Habitates Laichballen nachwies, konnte bei den Begehungen 1995 und 1996 in einigen Gewässern keine Nachzucht mehr nachgewiesen werden, einige Gewässer waren ganz verschwunden. Der Vergleich zwischen rezentem und potentielltem Habitat spricht für eine Verinselung und Zersplitterung des vor sieben Jahren zusammenhängenden Areals in kleine Teilpopulationen. Die Aue zwischen den Fließkilometern 53 und 58 ist als Dauerbeobachtungsfläche sehr geeignet. Entscheidend für eine erfolgreiche Ausdehnung des Areals bzw. die Verbindung der Teilareale ist die Ausweisung und Ausweitung neuer bzw. bestehender Retentionsflächen.

Das in Karte 3 eingezeichnete potentielle Habitat der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*) soll demonstrieren, daß die Art als hochsensibler

Bioindikator für das Biomonitoring des Renaturierungskonzeptes eher ungeeignet ist (siehe oben), jedoch auf ein besseres Angebot an Larvenbächen im Bereich des Steilufers mit einer deutlichen Ausweitung des derzeitigen Areals reagieren würde.

5.3 Dauerbeobachtungsflächen

Basierend auf den Ergebnissen der Abschnitte 4 und 5.2 wurden folgende Dauerbeobachtungsflächen für das Biomonitoring-Programm der Salzachau festgelegt:

- Der Mündungsbereich zwischen den Fließkilometern 0 und 7
- Das Tittmoninger Becken im Bereich der Göttinger Achen zwischen den Fließkilometern 29 und 36
- Die Aue des Freilassinger Beckens zwischen den Fließkilometern 53 und 58

Eine genaue Festlegung der Dauerbeobachtungsflächen für die Kiesbrüter der Avifauna, die Gelbbauchunke, die Köcherfliegen und die Schillerfalter sollte erst nach Auswertung weiterer autökologischer Daten erfolgen.

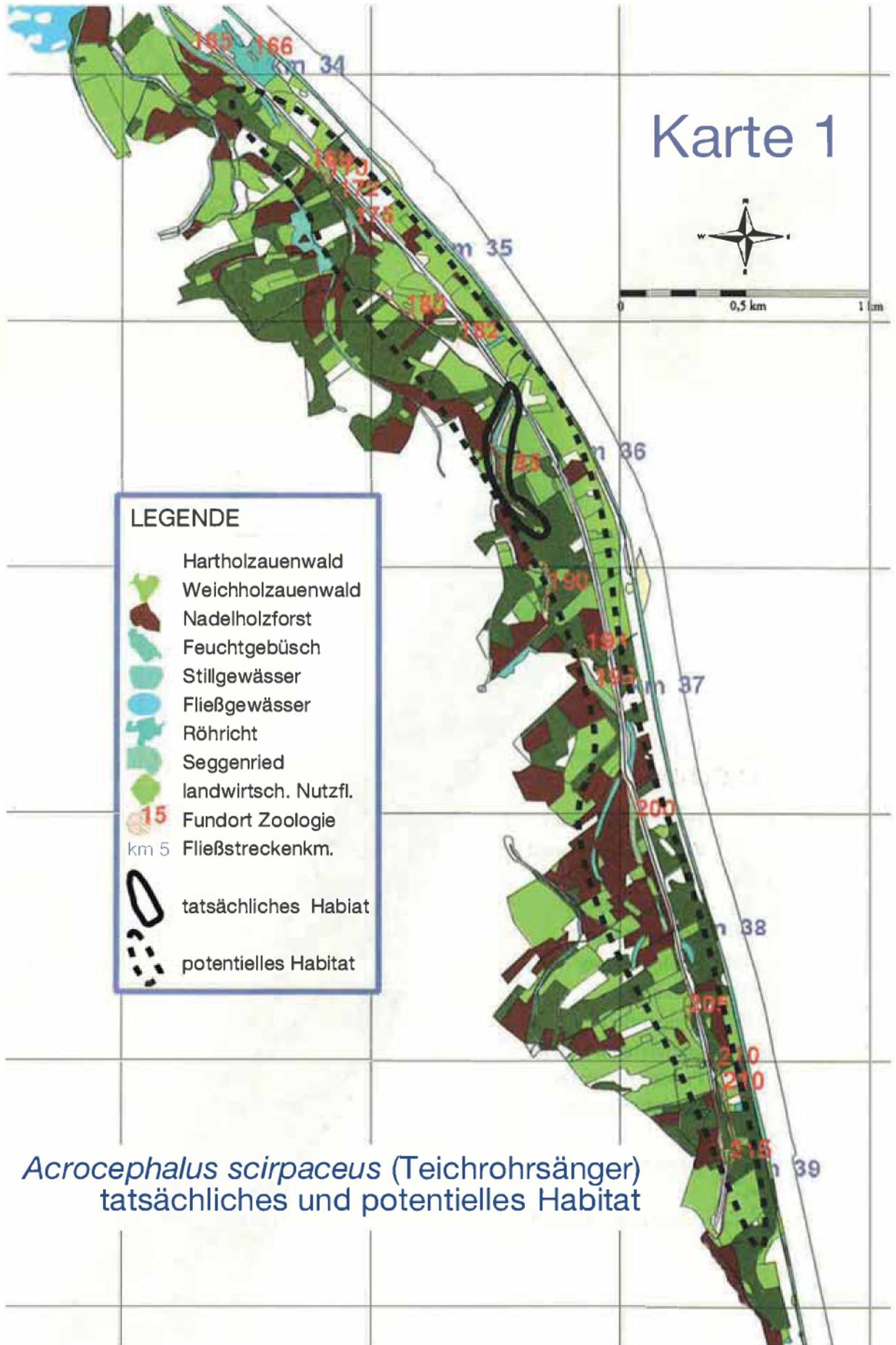
5.4 Fortschreibung des Monitoringprogrammes

Folgende Arbeitsschritte sind für eine erfolgreiche und vertiefende Durchführung des Biomonitoring in der Salzachau geplant:

- Monitoring des zusammengestellten Indikatorartensets in den ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen und Beurteilung der Entwicklungstendenzen
- Analyse der Auswirkung der relevanter Umweltfaktoren auf die Populationen der ausgewählten Indikatorarten
- Untersuchung des Zusammenhangs von Veränderungen der erfaßten Umweltfaktoren mit der Populationsdynamik der ausgewählten Indikatorarten
- Aufbereitung der gewonnenen Ergebnisse zur Einarbeitung in das Geographische Informationssystem (GIS)
- Prognose der Bestandsentwicklung der Indikatorarten auf der Grundlage möglicher Entwicklungsszenarien der Salzachau
- Evaluierung des Biomonitoringkonzeptes für die Beurteilung naturschutzfachlicher Fragestellungen

6. Zusammenfassung

Basierend auf den Lebensraumansprüchen der Monitoringarten wurden die Weichholzaue, Hartholzaue, Stehgewässer (Altwässer), Fließgewässer (nicht Salzach), Röhrichte, Seggenrieder, Sand- und Schotterbänke der Salzach, Quellfluren, Steilufer und Kleingewässer in das Monitoringkonzept miteinbezogen und somit die wesentlichen strukturellen und räumlichen Bestandteile der Salzachau erfaßt. Basierend auf Kartierungen und Gutachten seit 1988 sowie der Auswertung von Literaturdaten und eigenen Untersuchungen wurden alle verwertbaren Informationen

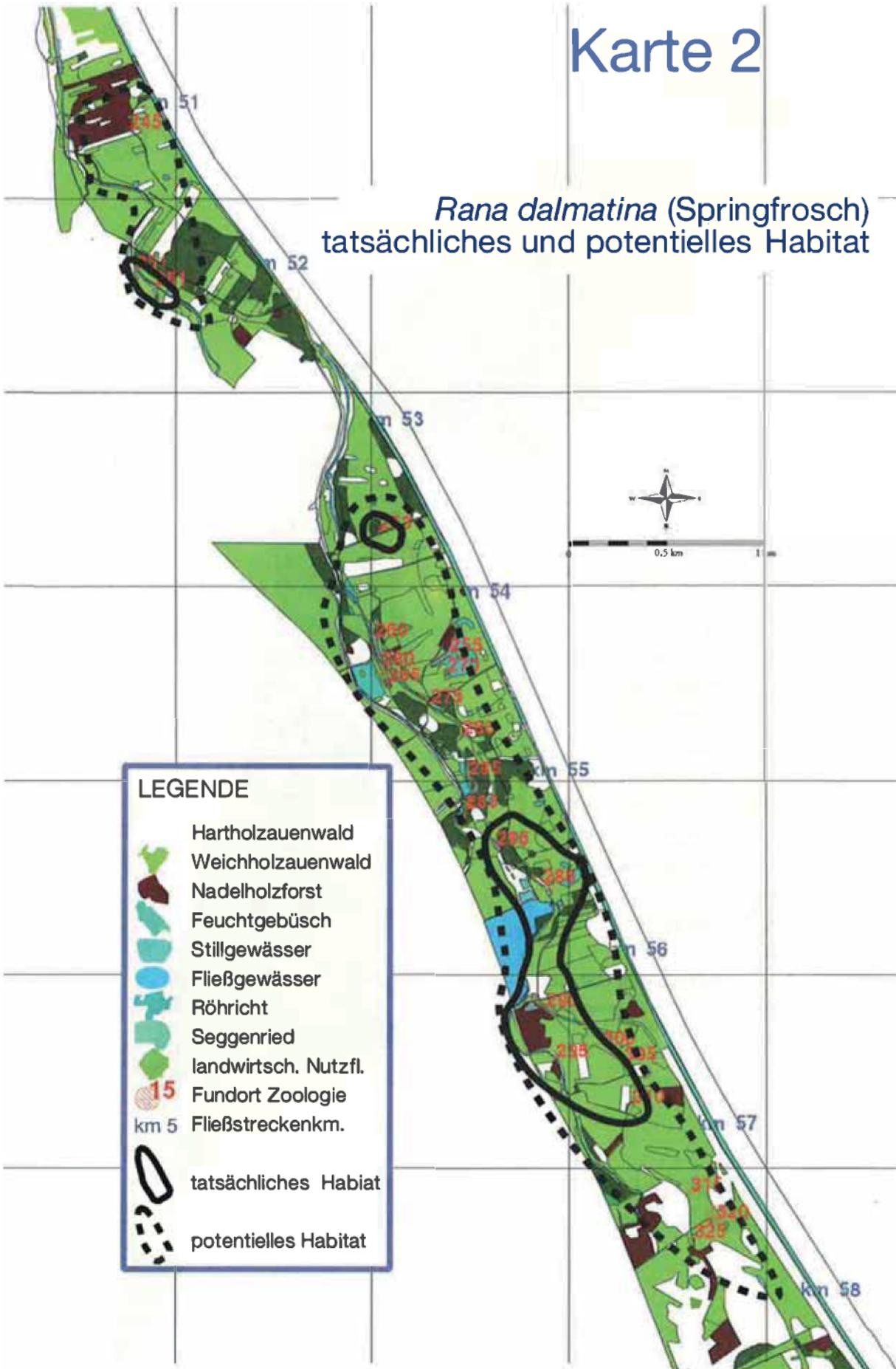


Karte 1

Acrocephalus scirpaceus (Teichrohrsänger) tatsächliches und potentielles Habitat.

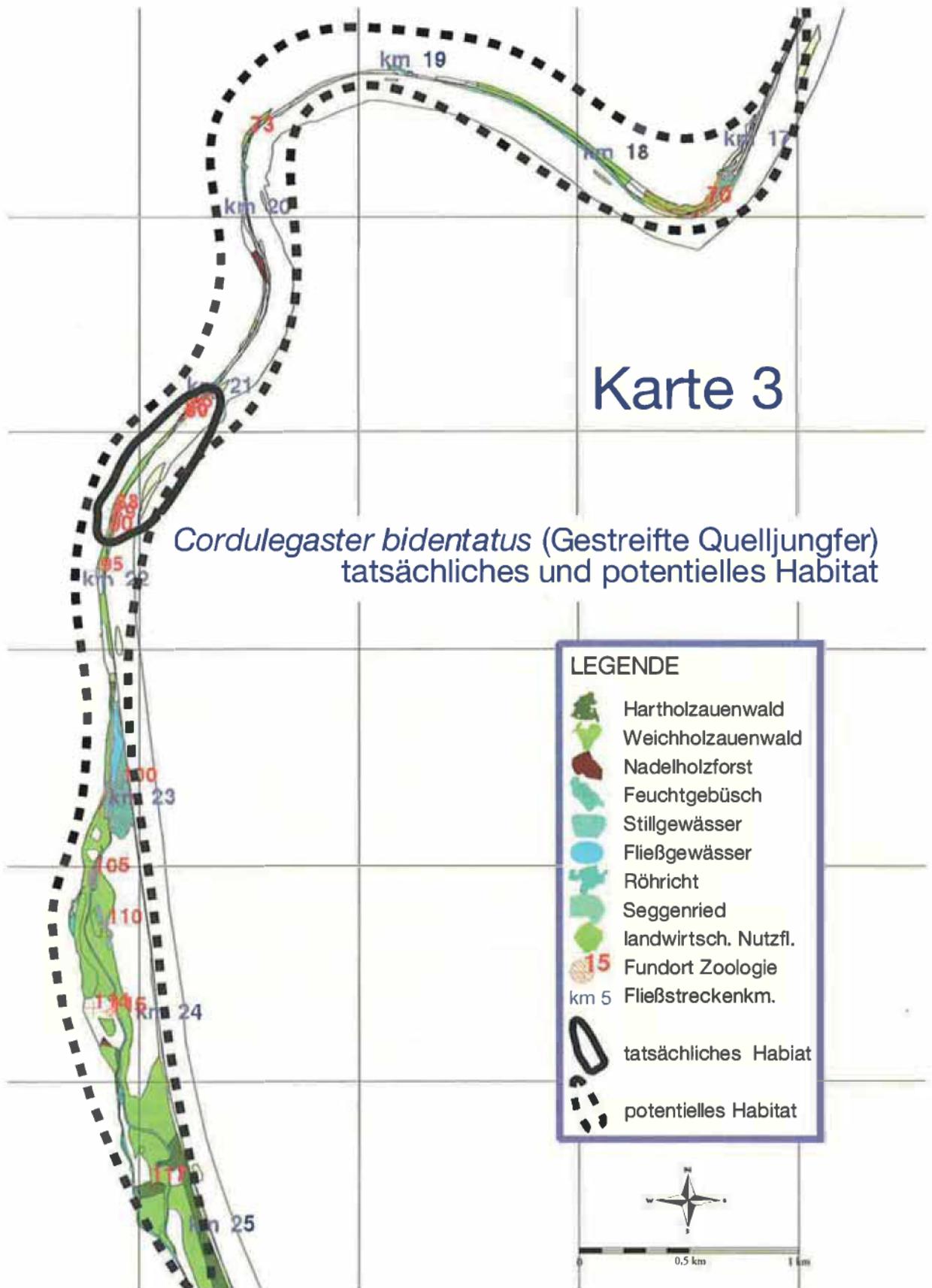
Karte 2

Rana dalmatina (Springfrosch) tatsächliches und potentielles Habitat



Karte 2

Rana dalmatina (Springfrosch) tatsächliches und potentielles Habitat.



Karte 3

Cordulegaster bidentatus (Gestreifte Quelljungfer) tatsächliches und potentielles Habitat.

zur Autökologie folgender potentieller Indikatorarten zusammengetragen: *Charadrius dubius* (Flußregenpfeifer), *Actitis hypoleucos* (Flußuferläufer), Eisvogel (*Alcedo atthis*), *Locustella luscinioides* (Rohrschwirl), *Acrocephalus scirpaceus* (Teichrohrsänger), *Acrocephalus arundinaceus* (Drosselrohrsänger), *Emberiza schoeniclus* (Rohrhammer), *Bombina variegata* (Gelbbauchunke), *Rana dalmatina* (Springfrosch), Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*), *Trichoptera* (Köcherfliegen), *Apatura iris* (Großer Schillerfalter), *Apatura ilia* (Kleiner Schillerfalter). Basierend auf diesen Daten wurde für jede der 30 untersuchten Arten eine Faktorenanalyse mit dem Ziel durchgeführt, ein Umweltfaktorenset zusammenzustellen und den limitierenden Faktor der Art in der Salzachau herauszuarbeiten. Darauf aufbauend erfolgte eine Kommentierung der derzeitigen Bestandssituation in der Salzachau.

Für das Biomonitoring der Salzachauen wird, basierend auf den Ergebnissen der Faktorenanalyse folgendes Indikatorartenset vorgeschlagen: *Charadrius dubius*, *Actitis hypoleucos*, *Locustella luscinioides*, *Acrocephalus scirpaceus*, *Acrocephalus arundinaceus*, *Emberiza schoeniclus*, *Bombina variegata*, *Rana dalmatina*, *Trichoptera*, *Apatura iris*, *Apatura ilia*.

Es muß betont werden, daß für alle Indikatorarten das Umweltfaktorenset unvollständig ist. Die zum Teil widersprüchlichen Literaturangaben zur Autökologie und die Vernachlässigung der Untersuchung bestimmter Lebensstadien der Arten haben ein Informationsdefizit zur Folge, das eine präzise und eindeutige Bioindikation erschwert. Ein weiteres Problem für die endgültige Ausarbeitung des Monitoring-Konzeptes ist die unvollständige Datenbasis. Die Einarbeitung noch fehlender faunistischer Daten, vorliegender Daten zum Klima, zur Wasserchemie sowie eines Grundwassermodells der Salzachauen wird die Aussageschärfe der Bioindikation weiter verbessern und zu einer Präzisierung des Monitoring-Konzeptes für die Salzachauen führen. Hier ist dringender Forschungsbedarf gegeben!

Die vorhandene Datenbasis reicht jedoch in jedem Falle auch heute schon aus, um basierend auf den rezenten tatsächlichen sowie potentiellen Habitaten der Indikatorarten folgende vorläufige Dauerbeobachtungsflächen für das Biomonitoring-Programm der Salzachau vorzuschlagen:

- Der Mündungsbereich zwischen den Fließkilometern 0 und 7
- Das Tittmoninger Becken im Bereich der Götzinger Achen zwischen den Fließkilometern 29 und 36
- Die Aue des Freilassinger Beckens zwischen den Fließkilometern 53 und 58

Für die Zukunft sind weitere Datensammlungen zur Autökologie der Arten in der Salzachau sowie deren Einarbeitung, Auswertung und Analyse der bestehenden und neu hinzukommenden Datensätze in das

Geographische Informationssystem (GIS) geplant, um die Aussageschärfe der Bioindikation weiter zu verbessern. Dies wird zu einer Präzisierung des Monitoring-Konzeptes für die Salzachauen führen. 1998 wird mit dem Monitoring der ausgewählten Indikatororganismen in den ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen begonnen, um einerseits die in zehn Jahren (seit den ersten Kartierungen 1988) erfolgten Veränderungen der Umweltbedingungen zu indizieren. Andererseits wird so der status quo vor Beginn der Renaturierungsmaßnahmen für die Bioindikation dokumentiert.

7. Dank

Mein besonderer Dank gilt all denen, die mich bereitwillig mit Daten unterstützt und die Freilandarbeiten sowie die Entstehung dieses Artikels kritisch und produktiv begleitet haben: Herrn Thomas Blaschke (Institut f. Geographie, Salzburg), Frau Angelika Carl (Türkenfeld), Herrn Francis Foeckler (Ökon, Regensburg), Herrn Manfred Fuchs (ANL, Laufen), Herrn Walter Joswig (ANL, Laufen), Herrn Hermann Netz (ANL, Laufen), Herrn Alexander Schwap (ANL, Laufen), Herrn Christian Stettmer (ANL, Laufen), Herrn Otmar Wanninger (Kirchanschöring).

Literatur

- ANL (1987): Salzachhügelland – Exkursionsführer für Laufen und Umgebung, Laufen.
- BLAB, J. (1986): Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. Schriftenreihe f. Landschaftspf. u. Natursch. 18. – Kilda Verlag, Greven.
- CARL, M. (1995): Zusammenfassung zur Umsetzaktion und Erfolgskontrolle der Gestreiften Quelljungfer im Osternhoher Tal. – Unveröff. Gutachten Autobahndirektion Nordbayern, Nürnberg.
- ENGELMANN, W.-E. (1986): Lurche und Kriechtiere Europas. – dtv, München.
- FITTKAU, E.J. & R. REISS (1983): Versuch einer Rekonstruktion der Fauna europäischer Ströme und ihrer Auen. – Arch.Hydrobiol. 97(1), 1-6.
- FOECKLER, F. et al (1995): Die Rolle aquatischer Makroinvertebraten in den Altwässern der Salzach-Aue. – In: Bayer. Landesanst. f. Wasserforschung (Hrsg.): Entwicklung von Zielvorstellungen des Gewässerschutzes aus der Sicht der aquatischen Ökologie, München, 120-196.
- FUCHS, M. (1995): Forschungsergebnisse der ANL zur terrestrischen Ökologie der bayerischen Salzachauen. – In: Bayer. Landesanst. f. Wasserforschung (Hrsg.): Entwicklung von Zielvorstellungen des Gewässerschutzes aus der Sicht der aquatischen Ökologie, München, 219-237.
- GRAUVOGL, M. et al (1994): Lebensraumtyp stehende Gewässer. Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II(8). – Bayer. Staatsminist. f. Landesentw. u. Umweltfragen, München sowie ANL, Laufen.
- HEBAUER, F. (1988): Gesichtspunkte der ökologischen Zuordnung aquatischer Insekten zu den Sukzessionsstufen der Gewässer. – Ber. ANL 12, 229-239.

HEIDEMANN, H. & R. SEIDENBUSCH (1993):
Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs. – Verlag E. Bauer, Keltern.

LFU (1992):
Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach und Donau und ihre Unterschutzzstellung. – Bayerisches Landesamt f. Umweltsch. 124.

MÜLLER, H.J. (1991):
Ökologie, 2, Auflage. – G. Fischer Verlag, Jena.

NÖLLERT, A. & C. NÖLLERT (1992):
Die Amphibien Europas. – Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.

SAGE, W. (1994):
Die Flußniederungen von Inn, Alz und Salzach im Bereich der Landkreise Altötting und Rottal/-Inn: Lepidopterologische Begutachtung. – Unveröff. Gutachten ANL.

SCHERNER, U. (1990):
Forschungsvorhaben faunistische Dauerbeobachtung. – Unveröff. Gutachten ANL.

SCHREINER, J. (1991):
Die Situation der Flußauen in Bayern. – Laufener Seminarbeitr. 4, 17-32.

SCHUBERT, R. (1991):
Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. – G. Fischer Verlag, Jena.

SIERING, M. (1989):
Erfassung der Reptilien-, Amphibien-, Makrolepidopteren- und Odonatenfauna in den bayerischen Salzach-Auen zwischen Saalach und Inn. – Unveröff. Gutachten ANL.

WERNER, S. (1990):
Bewertung der bayerischen Salzachauen zwischen Laufen und der Salzachmündung aus ornithologisch-ökologischer Sicht. – Unveröff. Gutachten ANL.

WERNER, S. & N. WINDING (1988):
Bewertung der bayerischen Salzachauen zwischen Freilassing und Laufen aus ornithologisch-ökologischer Sicht. – Unveröff. Gutachten ANL.

WESENBERG-LUND, C. (1943):
Biologie der Süßwasserinsekten. – Springer, Berlin.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Michael Carl
Gollenbergstr 12
D-82299 Türkenfeld

Berichte der ANL 23 (1999)

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege (ANL)

Seethaler Str. 6

D - 83406 Laufen

Telefon: 086 82/89 63-0,

Telefax: 086 82/89 63-17 (Verwaltung)

086 82/89 63-16 (Fachbereiche)

E-Mail: Naturschutzakademie@t-online.de

Internet: <http://www.anl.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege ist eine dem
Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen
angehörige Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion:

Dr. Notker Mallach, ANL

Für die Einzelbeiträge zeichnen die
jeweiligen Autoren verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen
– auch auszugsweise –
aus den Veröffentlichungen der
Bayerischen Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege sowie deren
Benutzung zur Herstellung anderer
Veröffentlichungen bedürfen der
schriftlichen Genehmigung unseres Hauses.

Erscheinungsweise:

Einmal jährlich

Dieser Bericht erscheint verspätet

Ende des Jahres 2000

Bezugsbedingungen:

Siehe Publikationsliste am Ende des Heftes

Titelbild:

Ideale Ausprägung eines Biotopverbundes im Bachtal bei
Chossewitz/Brandenburg mit Silbergrasfluren, Feuchtwiesen,
Kleingewässern und Streuobst. (Foto: A. Ringler)

Satz: Fa. Hans Bleicher, 83410 Laufen

Druck und Bindung: Lipll Druckservice
84529 Tittmoning

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)

ISSN 0344-6042

ISBN 3-931175-60-X

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: 1999

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Carl Michael

Artikel/Article: [Biomonitoring zur Ökologie und Renaturierung anthropogen veränderter Lebensräume des bayerischen Salzachauen-Ökosystems von Freilassing bis zur Mündung in den Inn 121-131](#)