

**„Analyse von Landnutzung, Hemerobie,
Bevölkerungsdichte, Kläranlagen und Punktquellen
auf verschiedenen räumlich-zeitlichen Ebenen in
Bezug zu Fischbeprobungsstellen an
niederösterreichischen Fließgewässern“**

Diplomarbeit

von

Clemens Trautwein

Zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur der Landschaftsplanung und -pflege

Betreuer:

Ao. Univ. Prof. DI Dr. Stefan Schmutz

Mitbetreuer:

DI Dr. Andreas Ernest Zitek

eingereicht am

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement

Leiter: Univ. Prof. Dr. phil. Mathias Jungwirth

Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt

Leiter: Ao. Univ. Prof. Dr. phil. Herwig Waidbacher

Universität für Bodenkultur Wien

Wien, Februar 2007

Dankesworte

Die freundliche Aufnahme durch das Team des MIRR-Projektes bzw. durch das gesamte Personal am Institut für Hydrobiologie unter der Leitung von Mathias Jungwirth war sehr motivierend, um mit gesteigertem Engagement an die Aufgaben heranzugehen.

Ich bedanke mich ganz herzlich bei Stefan Schmutz für die Betreuung und die Beurteilung der Arbeit. Ich danke Andreas Zitek, dass ich an seinen Ideen teilhaben durfte und mit seiner inhaltlichen Führung durch diese Arbeit gehen konnte. Dank geht ebenso an Andreas Melcher einen Bürokollegen, von dem ich viel (nicht nur wissenschaftlich) lernen konnte. Die Erweiterung und Vertiefung meines Wissens in der Anwendung geographischer Informationssysteme gelang durch die Hilfe von Bernhard Wagner, Roland Grillmayer und Franz Suppan.

Ich nütze die Gelegenheit mich hiermit bei meiner Familie und mir nahe stehenden Personen für die Unterstützung und den Zusammenhalt zu bedanken:

Bei meinen Eltern, Ferdinand und Katharina, und meinen Geschwistern Martin, Johanna und Raphael; bei Erika und Franz Buchschachermair, der viel zu früh verstorben ist;

Ich möchte die Arbeit meinen Patenkindern Sarah und Tobias widmen.

Besonders großer Dank gilt meiner Freundin Claudia, mit der ich so viel schöne Zeit verbringen darf.

Zusammenfassung

Ein Teilaspekt des zweiten Arbeitspaketes „Datenrecherche“ im MIRR-Projekt („Model-based Instrument for River Restoration“) ist die Analyse und Auswertung von Landnutzungen im Einzugsgebiet, sowie im unmittelbaren als auch fernerem Gewässerumland. Aus wissenschaftlicher Literatur des angloamerikanischen Raumes ist bekannt, dass mit intensiverer anthropogener Nutzung die Gewässer zunehmende Degradation erfahren.

Inhalt vorliegender Arbeit ist die Abfrage und Aufbereitung von Landnutzungsdaten mittels eines geographischen Informationssystems (GIS) in Bezug auf Fischbeprobungsstellen an niederösterreichischen Flüssen. Unter Anwendung von Werkzeugen („Tools“) des GIS werden Arbeitsvorgänge zur Auswertung von Landnutzungsdaten entwickelt, die zur Analyse der Beziehungen zwischen menschlichen Einflüssen und Fischbeständen bereit stehen.

Besonderes Augenmerk liegt auf der Auswertung der Daten auf verschiedenen räumlichen Ebenen (Scales), die in Abstimmung mit vorhandener Literatur definiert werden. Weitere anthropogene Eingriffe, wie Kläranlagen und Punktquellen, Bevölkerungsdichte, Hemerobiegrad der Landschaft, Gewässergüte (aktuell und in der Vergangenheit) vervollständigen die Kriterien dieses Teilarbeitspaketes.

Output der Arbeit sind Eingriffsdaten für die jeweiligen MIRR-Befischungspunkte in datenbankfähigem Format zur Implementierung in der MIRR-Datenbank.

Schlagwörter: GIS, Landnutzung, räumliche Ebenen, Scales, Fließgewässer, EU Wasser Rahmenrichtlinie, MIRR-Projekt

Abstract

The analysis and evaluation of landuse data in catchment areas, as well as in narrow and wide riparian buffer areas form one aspect of the so called MIRR-Project ("Model-based Instrument of River Restoration"). Literature from the Anglo-American area emphasise the decrease of stream quality due to increasing human landuse.

This work aims at computing and preparing landuse data around fish sampling sites at rivers in Lower Austria by using geographic information systems (GIS). By applying GIS tools working procedures are defined for queries on landuse data. These data will be available for putting human impact in relation to fish data.

Special focus of this work lies on the analysis of data across multiple spatial scales which are defined according to the existing literature. Further criteria on pressures related to human activity are sewage treatment plants, point sources, population density, intensity of human influences (hemerobie), and water quality (in the present and the past).

Results of this work are data on mentioned pressures for each MIRR-site and their implementation into the MIRR-database in appropriate database format.

Keywords: GIS, landuse, spatial scales, running surface waters, EU water framework directive, MIRR-project

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Allgemeine Einführung.....	1
1.2	MIRR-Projekt.....	3
1.3	Problemstellung - Zielsetzung.....	4
2	Literatur.....	6
2.1	Literaturbeispiele.....	7
2.1.1	Landnutzungskategorien Wald, Landwirtschaft, Siedlung, Versiegelung.....	8
2.1.2	Unmittelbare anthropogene Faktoren (EW-, Straßendichte, Punktquellen.....	12
2.1.3	Gewässergüte, Feinsedimenteintrag.....	13
2.1.4	Räumliche Ebenen (Scales).....	13
2.2	Zusammenfassung Eingriffskriterien Landnutzung.....	15
3	Material, Daten, Methodik.....	19
3.1	Methodische Grundlagen.....	19
3.1.1	Geographisches Informationssystem (GIS).....	19
3.1.2	Statistik.....	20
3.2	Datengrundlagen.....	20
3.2.1	CORINE Land Cover (CLC 90 + 2000).....	22
3.2.2	SINUS.....	25
3.2.3	Hemerobiegrad.....	28
3.2.4	Bevölkerungsdichte.....	30
3.2.5	Landinformationssystem Österreich- Realraumanalyse.....	32
3.2.6	Gewässernetz NÖ.....	34
3.2.7	Digitaler hydrologischer Atlas Österreich (digHAO).....	34
3.2.8	Gewässergüte.....	35
3.2.9	Kläranlagen und Punktquellen.....	35
3.2.10	Potentielle Auenzonen der großen Flüsse Österreichs.....	36
4	Untersuchungsaufbau.....	37
4.1	Niederösterreich Steckbrief allgemein.....	37
4.1.1	Geologie und Bioregionen.....	37
4.1.2	Hydrologie.....	37
4.2	Fischpunkte und Einzugsgebiete.....	38
4.3	Kriterien zu Landnutzung im MIRR-Projekt.....	42
4.3.1	Erweiterte Kriterien MIRR-Projekt.....	42
4.3.2	Zusammenstellung Kriterienliste Landnutzung.....	42
5	Entwicklung der Methodik (GIS und Datenaufbereitung).....	44
5.1	Erstellung Scales / Buffers.....	44
5.1.1	Scales - longitudinal.....	45
5.1.1.1	Local scale - 150m.....	45
5.1.1.2	Scale 1000, 5000, 10.000 m.....	46
5.1.1.3	Teileinzugsgebiet (Scale TEG).....	47
5.1.1.4	Gesamteinzugsgebiet (Scale GEZ).....	47

5.1.2	Laterale Pufferzonen.....	48
5.1.2.1	Anschließende Nutzung („connected landuse“)	49
5.1.2.2	Laterale Puffer 30, 50, 100 m.....	49
5.1.2.3	Potentiellles Auenniveau	51
5.2	Datenabfrage in den Puffern	52
5.2.1	Landnutzung / Landbedeckung bzw. Hemerobie.....	52
5.2.2	Bevölkerungsdichte im Einzugsgebiet	58
5.2.3	Punktquellen	59
5.2.4	Gewässergüte	61
5.3	Datenbank	61
5.3.1	ER-Modell	62
5.3.2	Physische Datenabspeicherung	64
5.3.3	Beschreibende Statistik	66
5.3.3.1	Landnutzungsanteile in potentieller Auenzone	67
5.3.3.2	Anteile von Wald	69
5.3.3.3	Anteile von Grünland.....	70
5.3.3.4	Anteile von Landwirtschaft intensiv.....	72
5.3.3.5	Anteile von versiegelten Flächen.....	74
6	Diskussion	76
6.1	Kriterien.....	76
6.2	Datengrundlagen	76
6.3	Verarbeitung, Bearbeitung in einem GIS.....	76
6.4	Analyse von Wirkungszusammenhängen	77
6.5	Ausblick: MIRR-Instrument	80
7	Verzeichnisse	81
7.1	Abbildungen.....	81
7.2	Tabellen	82
7.3	Literaturverzeichnis.....	83

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Einführung

“In every respect, the valley rules the stream.”

„Das Tal bestimmt den Fluss, in jeder Beziehung“ H.B.N. Hynes (1975)

Doch nicht nur das Tal bestimmt den Fluss, sondern in großem Ausmaß auch anthropogene Aktivitäten der Tallandschaften. Habitate und Biodiversität von Flüssen sind stark geprägt von Landform und Landbedeckung/ -nutzung auf mehreren Maßstabsebenen (Einzugsgebiet, Auenzonen, Uferstreifen) (Allan 2004).

Einfluss von Landnutzung

Landschaften waren und sind weltweit einem Übergang von natürlich/unbeeinflusst zu menschlich/überprägt unterworfen und erfahren durch die menschliche Überprägung (negative) Auswirkungen auf ihre Ökosysteme. (Allan 2004)

Landwirtschaftliche Nutzung ist in vielen Flusseinzugsgebieten oft die dominierende anthropogene Nutzungsform. In vielen Studien wird eine Verschlechterung des Zustandes von Flüssen mit zunehmender landwirtschaftlicher Aktivität dokumentiert. Die primären Einflussfaktoren sind diffuser Eintrag von Nährstoffen und Schadstoffen, erhöhte Feinsedimentfrachten und veränderte Ufer- und Gewässerhabitate (Allan 2004).

Zunehmende urbane Landnutzung im Einzugsgebiet von Flüssen, obwohl prozentuell meist nur in geringem Anteil vorhanden, kann in Flussökosystemen ebenso zu hoher Degradation führen. Veränderungen der Hydrologie (erhöhte Hochwasserspitzen, verminderter Basisabfluss) bewirken Verschlechterungen der Flussmorphologie (Erosion und Eintiefung), was wiederum mit dem Verlust von Habitatqualität in Verbindung steht. Letztendlich sind aquatische Lebensräume durch die Verschlechterung der ökologischen Funktionsfähigkeit und Gewässerqualität betroffen, was zu einer Veränderung und zum völligen Verlust der Biodiversität (Rückgang, Aussterben intoleranter Arten) führt (Wang, Lyons et al. 2001).

Räumliche Wirkungsebenen - Scales

Wie einleitend erwähnt, finden sich anthropogene Einflüsse auf Flussökosysteme auf verschiedenen räumlichen Ebenen. Diese Ebenen fassen Maßstäbe zusammen, auf denen in einer Hierarchie jeweils ähnliche biologische Bedingungen beschrieben werden können. Frissell et al. (1986) beschreiben diese Hierarchie mit den Ebenen Einzugsgebiet (1000 m), Flussegment (100 m), Flussabschnitt (10 m), Makro- und Mesohabitate (1 m) und

Mikrohabitat (0,1 m). Im Weiteren werden in der Arbeit die Begriffe räumliche Ebene und Scale gleichwertig mit Maßstabsebene verwendet.

Die genannten und viele weitere Landschaftsfaktoren, die einen Einfluss auf aquatische Habitate und Biozönosen haben, wirken auf verschiedenen Maßstabsebenen (Scales). Hughes et al. (2006) fasst diese zu drei generellen räumlichen Ebenen zusammen: (1) Flächen in direktem Kontakt mit dem Flussschlauch, (2) Flächen im Auenbereich und (3) Flächen mit indirekter Verbindung zum Fluss (Einzugsgebiet).

Aktuelle Forschungstätigkeiten

Allan (2004) nennt drei Entwicklungen der aktuellen Forschung, die die Untersuchung der Fluss - Landschaft Beziehung vorantreiben: (1) Dokumentation und Anerkennung weltweiter Landnutzungsveränderungen, (2) methodische Fortschritte in der Landschaftsökologie kombiniert mit Verfügbarkeit von Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten, (3) die zunehmende Entwicklung und Anwendung von Bewertungsverfahren für Flüsse.

Best Management Practices (BMPs) nach den Anforderungen der EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (EU 2000), mit dem Ziel den guten Zustand der Oberflächengewässer zu erhalten oder wiederherzustellen, müssen quantitative Vorhersagemodelle zur Bewertung der erwarteten Verbesserung entwickelt werden. Die Herausforderung besteht in der Identifikation von geeigneten (Landschafts-) Indikatoren, die für statistische Analysen und die Erstellung der Modelle herangezogen werden können.

Die vorliegende Arbeit befasst sich daher vor dem Hintergrund der neuesten Erkenntnisse in der Fluss- bzw. Landschaftsökologie mit der Analyse der in Österreich verfügbaren Datengrundlagen der Landnutzung mittels GIS in Bezug auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen.

Die Analysen beschränken sich auf das Bundesland Niederösterreich, wobei die gewonnenen Aussagen und Modelle in einem weiteren Schritt auf ihre Gültigkeit für ganz Österreich getestet werden sollen.

1.2 MIRR-Projekt

Die vorliegende Arbeit ist eingebettet in das Forschungsprojekt MIRR, welches im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) und der Niederösterreichischen Landesregierung am Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (Univ. für Bodenkultur Wien) durchgeführt wird. Das Akronym MIRR steht für „Model Based Instrument for River Restoration“ und der deutsche Langtitel des Projektes lautet „Entwicklung eines strategischen Instruments zur integrativen Bewertung ökologischer Restaurationsmaßnahmen an Fließgewässern“. Wesentliche Punkte des Gesamtprojektes sind (1) eine Literaturstudie zu Eingriffskriterien, (2) Aufbau einer Fisch - Eingriffsdatenbank, (3) Erstellung von Wirkungsmodellen und (4) Entwicklung eines strategischen Instruments zur Identifizierung und Bewertung prioritärer hydromorphologischer Restaurationsmaßnahmen.

Als Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasser Rahmenrichtlinie (WRRL) wird mit dem MIRR-Projekt ein Instrument zur Identifizierung prioritärer Restaurationsmaßnahmen an Fließgewässern entwickelt, die zum Erhalt oder zur Herstellung des guten ökologischen Zustandes führen.

Das Projekt basiert auf Analyse von Fischdaten, da Fische eine der vier Organismengruppen (Fische, Makrozoobenthos, Algen, Makrophyten) sind, die als Indikatoren für die Beschreibung und Bewertung des Ökologischen Zustandes von Fließgewässern herangezogen werden können.

Nähere Informationen zum Projekt finden sich auf der Projekthomepage (<http://mirr.boku.ac.at>).

Inhalt dieser Arbeit sind ausgewählte thematische Teilaspekte der Eingriffsdatenrecherche im MIRR-Projekt, die sich auf folgende Bereiche beziehen:

- Landnutzung
- Kläranlagen und Punktquellen
- Gewässerqualität

Diese Themen werden auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen bearbeitet.

Weiters stellt die Verarbeitung und Abspeicherung der gewonnenen Daten dieser Arbeit in datenbankfähigem Format einen Beitrag zum Aufbau der Fisch - Eingriffsdatenbank dar.

1.3 Problemstellung – Zielsetzung

Die grundsätzliche Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht darin, Daten und grundlegende Auswertungen bereitzustellen, die für die Analyse von Auswirkungen und Zusammenhängen zwischen Landnutzung und Fischdaten herangezogen werden können.

Die Arbeitsanforderungen lassen sich im Groben in folgenden Punkten beschreiben (vgl. Abbildung 1.1):

- Zusammenfassung der Kriterien aus der Literatur bezüglich Fisch - Eingriffs - Beziehung,
- Recherche und Beschaffung von möglichen Datengrundlagen zur Auswertung der Landnutzungskriterien,
- Anwendung und Entwicklung von Methoden in einem geographischen Informationssystem (GIS) zur Auswertung von Landnutzungs- bzw. Landbedeckungsdaten mit Bezug zu Fischbeprobungsstellen,
- Basis für die Kriterienauswertung bilden die Befischungspunkte NÖ im MIRR-Projekt,
- Projektgebiet ist analog zum MIRR-Projekt die Landesfläche von Niederösterreich.

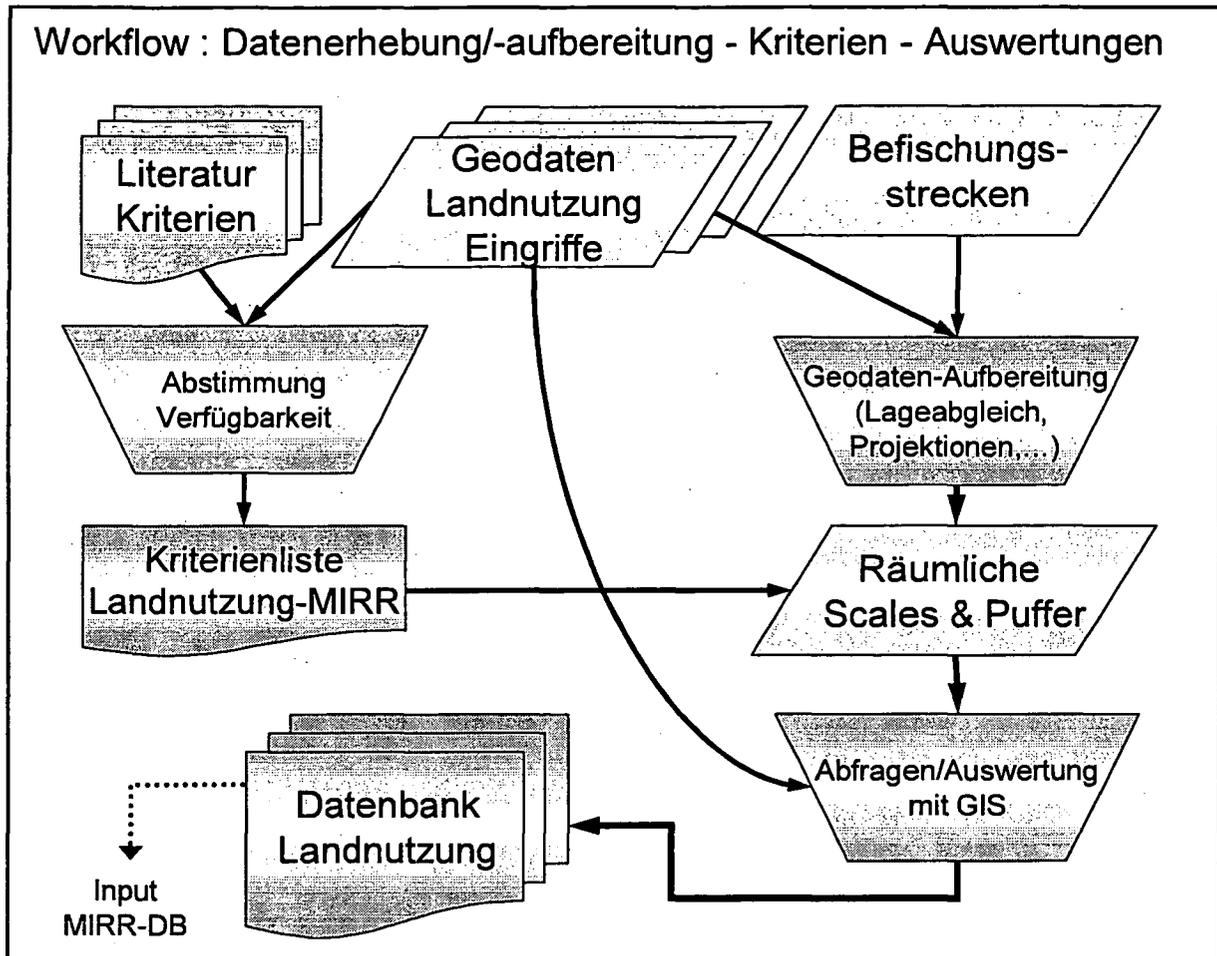


Abbildung 1.1: Workflow der Arbeit; Datenerhebung und -aufbereitung, GIS-Auswertung und Abspeicherung in Datenbank

Ziel und Ergebnis der Arbeit sind im Wesentlichen folgende zwei Punkte:

- Auswertung von Landnutzung, Kläranlagen- und Punktquellendaten, sowie Gewässergüte auf unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Scales mittels GIS,
- Erstellung und Verwaltung der Daten in einer Datenbank als Schnittstelle zur Implementierung in der MIRR-Datenbank.

2 Literatur

Im ersten Arbeitspaket ‚methodische Vorarbeiten‘ des Projektes MIRR wurde unter anderem eine Literaturübersicht zu möglichen Kriterien der Modellierung einer Fisch-Eingriff-Beziehung in Fließgewässern erarbeitet. Diese Studie - ‚Potential criteria for modelling fish/pressure relationship in running waters‘ - wurde von Andreas Zitek (2006) zusammengestellt und wird in diesem Kapitel der vorliegenden Diplomarbeit auszugsweise für den Teilaspekt Landnutzung noch einmal wiedergegeben und teilweise im Detail nachbearbeitet.

Ziel der Literaturstudie war die Recherche und Beschreibung von möglichen Kriterien, welche Zusammenhänge zwischen anthropogenen Eingriffen und Auswirkungen auf Fischbiozöten ausweisen. Am Ende der internationalen Literaturrecherche steht eine umfassende Liste von signifikanten Kriterien in Bezug auf menschliche Eingriffe auf Flusssysteme (Zitek 2006). Mehr als 350 potentielle Kriterien bzw. typische abiotische Eigenschaften konnten zur Charakterisierung menschlicher Einflüsse auf die Fischfauna identifiziert werden.

Folgende Punkte werden als Haupteingriffstypen an österreichischen Fließgewässern betrachtet: (Zitek 2006)

- Veränderung des Natürlichen Abflusses (Schwall, Ausleitung)
- Stau
- Stauraumpülung
- Landnutzung (gilt als wichtiger Indikator in indirekter Korrelation zu verschiedenen Eingriffen und Belastungen)
- Veränderung der natürlichen Flussmorphologie (Regulierungen)
- Wasserverschmutzung
- Verlust von Konnektivität (lateral, longitudinal, vertikal)
- Schifffahrt
- Strukturverlust im Flussbett
- Fischfresser, Besatz, (Überfischung, fremde Fischarten unter gewissen Umständen)
- kombinierte/ kumulative Eingriffe

Mit den Schlagworten entsprechend dieser Eingriffstypen erfolgte die Suche nach wissenschaftlicher Literatur. Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über die gesamten Treffer der

Literatursuche, je nach Eingriffstyp. Die vorliegende Arbeit behandelt vor allem die Faktoren Landnutzung und Wasserverschmutzung, wofür in der MIRR-Literaturstudie etwa 22 Papers bzw. Reports und 9 Reviews gefunden wurden. Ergänzend wurde jedoch auch Literatur verwendet, die multiple Einflüsse beschreibt.

Tabelle 2.1: Anzahl Papers, Reviews und zitierte Papers der Reviews, die bei der Literaturrecherche gefunden wurden; Quelle: (Zitek 2006) verändert.

Impact (Eingriff)	# papers and reports	# of reviews	# papers cited in reviews
Hydrological alteration (Veränderung des hydrol. Regimes)	14	12	1177
Water diversion/minimum flow (Ausleitung/Restwasser)	10	7	498
Hydropeaking (Schwall)	26	5	451
Impoundment (Stau)	41	12	1588
Reservoir flushing/sediment load (Stauraumpülung)	6	10	950
Land use (Landnutzung)	16	9	475
Channelisation (Begradigung, Verbauung)	33	4	169
Longitudinal connectivity (Längskontinuum)	23	3	426
Lateral connectivity (laterale Vernetzung/Anbindung)	33	10	794
Vertical connectivity (vertikale Vernetzung)	2	2	227
Pollution/heated effluents	6	-	-
Shipping (Schifffahrt)	3	1	222
River bed degradation (Verarmung der Sohle)	4	1	86
Stocking (Fischbesatz)	2	-	-
Alien species (Fremdarten)	5	2	282
Cormorant (Kormoran)	1	1	28
Multiple impacts (kombinierte Eingriffe)	11	16	932
Total number (Summe)	236	95	8305

2.1 Literaturbeispiele

In Bezug auf Landnutzung im Gewässerumfeld sind mehr als 30 bereits in der wissenschaftlichen Literatur beschriebene Kriterien identifiziert worden, die eine Fisch/Eingriff Beziehung quantitativ beschreiben. In kurzen Repliken der Papers und Reviews werden in den folgenden Kapiteln die wichtigsten Themen und Ergebnisse umrissen. Alle Kriterien sind danach in Tabelle 2.2 aufgelistet und jeweils mit den entsprechenden Referenzen angegeben.

2.1.1 Landnutzungskategorien Wald, Landwirtschaft, Siedlung, Versiegelung

O'Reilly (Jahr unbek.) berichtet in einer Review über die Effekte der zunehmenden Besiedelung bzw. Verstädterung auf Gewässer. Neben dem Thema hydrologische/morphologische Veränderungen in urbanen Fließgewässern werden auch ökologische Effekte auf Habitate und die Fauna beschrieben. Studien untersuchten und bestätigten negative Korrelationen zwischen Siedlungsflächen/Versiegelung im Einzugsgebiet und benthischen (Steedman 1988, Garie & McIntosh 1986) sowie Fisch- IBI-Werten (Schueler & Galli 1992, Wang et al. 1997, Dreher 1997).

Ein Review von FitzHugh (2001) umfasst insgesamt 28 Papers, wo Zusammenhänge zwischen verschiedenen Landnutzungsklassen, aber auch anderen objektbezogenen menschlichen Tätigkeiten (Straßen-, Häuserdichte), und aquatischen Indikatoren der biologischen Integrität (Index of Biotic Integrity - IBI) untersucht werden.

Siedlungsflächen im Einzugsgebiet - oft gemessen als Anteil versiegelter Flächen - stehen nach zahlreichen Studien in negativem Zusammenhang mit Index-Werten der biologischen Integrität (IBI Werte). Gleiches wird auch für landwirtschaftliche Flächen im Einzugsgebiet festgestellt. Waldflächen, als Gegenteil von Siedlung und Landwirtschaft, stehen generell in einer statistisch positiven Beziehung zu IBI Werten.

FitzHugh weist darauf hin, dass auch die Intensität der städtischen Nutzung berücksichtigt werden muss. Dafür kann der Grad der Versiegelung im Einzugsgebiet herangezogen werden, für den wiederum zur Abschätzung urbane Nutzung, Häuser-, Bevölkerungs- und Straßendichte herangezogen werden kann.

Allan (2004) behandelt in einem umfassenden Review rund 165 Papers in Bezug auf Auswirkungen von unterschiedlichen Landnutzungen auf Flüsse. Allan diskutiert vor allem die Mechanismen, durch die Gewässerökosysteme durch Landnutzung beeinflusst werden. Dabei geht er auch auf die Bedeutsamkeit verschiedener räumlicher Ebenen ein. Landwirtschaft, häufig die größte Landnutzungsklasse im Einzugsgebiet, wird bei den Studien mit Verschlechterung der Wasserqualität, der Habitatverhältnisse und Artenzusammensetzung in Zusammenhang gebracht. Die Mechanismen dahinter sind diffuse Schadstoff- und Nährstoffeinträge, höhere Feinsedimentfrachten, Änderung der Uferbegleitgehölze, Verlust von Auwäldern und auch veränderte hydrologische Verhältnisse. Die Auswirkungen urbaner Gebiete auf die Biologie bringt man in Zusammenhang mit Schadstoffen, stark veränderter Hydrologie (größere Hochwasserspitzen) durch das Ausmaß versiegelter Flächen, erhöhter Temperatur und

Verlust von Habitatstrukturen durch Kanalisierung. Das alles wird auf verschiedenen räumlichen Ebenen betrachtet.

Roth et al. (1996) beschreiben nach einer Studie, dass der Zustand eines Flusses und die Habitatqualität in negativer Korrelation zum Ausmaß der landwirtschaftlichen Flächen stehen. Wald und Feuchtgebiete stehen in positivem Zusammenhang. Bei der Untersuchung wurde zur Zustandsbewertung ein biotischer Index (IBI) anhand von Fischen herangezogen und auf verschiedenen räumlichen Ebenen analysiert. Auf Einzugsgebietsebene gab es die stärksten Korrelationen, während IBI-Werte auf lokaler Ebene statistisch nicht signifikant mit der Landnutzung erklärt werden konnten. Wesentliche Erkenntnis im Rahmen dieser Studie war, dass die Landnutzung im Einzugsgebiet als primärer Einflussfaktor des Zustandes des Flusses identifiziert wurde und die guten Eigenschaften der lokalen Uferbegleitvegetation davon deutlich überprägt wird.

Allan et al. (1997) beschreiben in einer Studie und einem Review den Einfluss von landwirtschaftlicher Nutzung im Einzugsgebiet auf den Zustand des Flusses. Landwirtschaftliche Flächen auf Einzugsgebietsebene sind negativ zu IBI Werten korreliert. Im Besonderen wurden dabei Zusammenhänge auf verschiedenen räumlichen Ebenen, sowohl lokal als auch regional und genauso lateral, untersucht. Weiters zeigt Allan unterschiedliche, sich widersprechende Ergebnisse verschiedener Studien auf und führt dies auf den Studienaufbau zurück.

Lammert & Allan (1999) stellen IBI-Werte für Fische und Makrozoobenthos sowie einen Habitat-Index der Landbedeckung auf 3 Scales (EZG flussauf, 50 und 125m Puffer je 1000m flussauf) gegenüber. Die Studie wurde in einem Gebiet mit hohem Anteil von Agrarflächen an drei Quellflüssen erster Ordnung durchgeführt. Die Ergebnisse der Beziehungen zwischen biotischen Kenngrößen (Fisch-IBI, benthischer IBI, Anzahl EPT-Taxa, HI = Habitat Index) und Landschaftsvariablen zeigen primär, dass nur die Landnutzungsklassen Wald und Landwirtschaft signifikante Korrelationen aufweisen. Im 50m Puffer korreliert Waldbedeckung positiv, Landwirtschaft sehr stark negativ mit allen biotischen Größen. Eine Beziehung zwischen der Landnutzung im gesamten Einzugsgebiet flussauf und dem Gewässerzustand konnte nicht gezeigt werden.

Wang et al. (2001) analysieren die Beziehung zwischen den Anteilen und der räumlichen Verteilung von Landnutzung mit Fischgemeinschaften, aquatischen Habitaten und dem Basisabfluss in 47 kleinen Einzugsgebieten (Wisconsin, USA). Die Landnutzungsdaten werden von 63 auf 15 Hauptkategorien aggregiert und die Anteile im gesamten EZG flussauf (auch mit lateralen Puffern von 50, 50-100, >100m) und im Teileinzugsgebiet in 3 Radien (1600, 1600-3200, >3200m) flussauf berechnet. Zudem wird der Anteil an anschließenden

versiegelten Flächen im EZG basierend auf typischen Kategorien (Siedlung, Straßen, Parkflächen, etc.) erhoben. Diese Größe zeigt sich schließlich als bester Erklärungswert für Artenzahl, Fischdichte und IBI-Werte. Bemerkenswerterweise ergibt sich aus dem Datenset dieser Studie eine positive Korrelation für landwirtschaftliche Flächen, wenn auch nur mittelmäßig ($R^2=0,33$) ausgeprägt. Für Wald ist die Korrelation nur schwach positiv. Die Analyse in den verschiedenen Scales zeigt, dass die anschließende Versiegelung in den Klassen <3200m Radius flussauf den stärksten Einfluss ausübt und andere Landnutzungen überspielt.

Auch von Snyder et al. (2003) werden Landnutzung, Fischgesellschaften und aquatische Habitate an Gewässern zweiter und dritter Ordnung in 20 Einzugsgebieten erforscht. 6 Landnutzungskategorien wurden auf drei räumlichen Ebenen analysiert. (1) Einzugsgebiet flussauf, (2) in einem 120m lateralen Puffer auf einer Länge der 400-fachen Gewässerbite („Riparian-Reach“) und (3) 30m lateral auf einer Länge der 80-fachen Gewässerbite („Riparian-Site“). IBI-Werte stehen in dieser Studie in starker negativer Korrelation zum Anteil urbaner Flächen, jedoch in keiner erklärbaren Verbindung mit landwirtschaftlicher Nutzung. Die Analyse auf den verschiedenen Scales zeigt, dass der biotische Gewässerzustand wesentlich deutlicher durch Landnutzungsmuster im Einzugsgebiet (EZG) erklärbar ist als auf lokaler Ebene in Uferkorridoren. Dennoch konnte gezeigt werden, dass die aquatischen Habitate von der Landnutzung im Uferkorridor beeinflusst wird. Nichtsdestotrotz überprägt der größere Scale (EZG) den kleineren.

Van Sickle et al. (2004) entwickeln Regressionsmodelle zur Vorhersage von Fisch- und Benthosgemeinschaften unter verschiedenen Szenarien menschlicher Landnutzungen. Die von den Modellen erkannten Effekte der Landnutzung zeigen für den Zustand des Flusses einen negativen Zusammenhang mit Landwirtschaft und urbanen Flächen, der aber nicht sehr stark ist. Landnutzungsklassen für Wald sind noch schwächer korreliert. Die Autoren untersuchen 3 Scales: Gesamtes Einzugsgebiet, je 120 m lateraler Puffer EZG flussauf und 30 m Uferstreifen lokal (10 km Radius). Der 120 m Korridor flussauf erweist sich als bester Vorhersageparameter.

Miltner et al. (2004) untersuchen 267 Fischbeprobungsstellen in 6 Ballungsräumen (Ohio, USA). Fisch IBI-Werte und ein qualitativer Habitat Bewertungsindex (QHEI) werden in Regression gestellt zum Prozentanteil urbaner Landnutzung gemessen als Versiegelungsanteil im oberliegenden Einzugsgebiet. Zudem werden dominante Belastungen erhoben. In dieser Studie sind dies Habitatbeeinträchtigung, Einleitung von Fäkalabwasserüberläufen, Rückleitung aus Kläranlagen und Schadstoffe aus der Schwerindustrie. Der Zustand der Bäche verschlechtert sich ab einem Wert von >13,8%

versiegelter Flächen deutlich und ab 27,7% kommt es bis zum Verlust von aquatischen Organismen im Gewässer. Für Probestellen mit kombinierten Belastungstypen kann der Zusammenhang mit Versiegelung nicht so deutlich erklärt werden. An wenigen Stellen blieb die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers trotz hohem Urbanisierungsgrad im Umland erhalten. Es stellte sich heraus, dass an diesen Gewässern die Auenzonen und Uferstreifen noch relativ intakt sind.

Das **Stormwater Manager's Resouce Center** (www.stormwatercenter.net 2000) präsentiert ein Modell zur Landschaftsversiegelung („The Impervious Cover Model“). Vor dem Hintergrund der Ergebnisse von 26 Studien, die Versiegelung und Verstädterung untersuchten, wird ein einfaches, dreistufiges Klassifikationsschema für urbane Gewässer entwickelt. Bis zu einem Schwellenwert von 10% Versiegelung im Einzugsgebiet werden Bäche zur Kategorie „sensitiv“ zusammengefasst. Diese gelten als intakt und kaum beeinflusst. Bäche in der Kategorie „impacted“ haben 11-25% versiegelte Flächen im EZG und zeigen deutliche Zeichen von Degradation. Biodiversität sinkt auf ein mittleres Niveau und z.B. sensitive Fischarten verschwinden. Über dem Schwellenwert von 25% gelten Flussläufe als „non-supporting“. Sie bieten keine Strukturen mehr für aquatische Biozönosen und die Gewässerqualität wird generell als schlecht bewertet. Begrenzende Faktoren in der Anwendung des Modells sind Scale-Effekt (räumliche Bezugsgröße), Referenzsituation, statistische Variabilität, Erhebung und Vorhersage von Versiegelung, regionaler Bezug, Definition der Schwellenwerte, Verschiebung der Schwellenwerte durch BMPs (Best Management Practices) oder Auen- Ufervegetation, Restaurierungspotential, Zustand nicht versiegelter Flächen (z.B. Rasen, Parks).

McMahon & Cuffney (2000) entwickeln einen Index der städtischen Überprägung (Urban Intensity Index) von Einzugsgebieten. Unter Einbeziehung von Daten zu Landbedeckung, Infrastruktur, Bevölkerung und sozioökonomischen Begebenheiten versuchen sie die komplexen Wirkungsbeziehungen menschlicher Eingriffe zu subsumieren, um damit eine bessere Vorklassifikation und Vergleichbarkeit von Untersuchungsgebieten (Einzugsgebieten) zu gewinnen. Der Urban Intensity Index wird in Beziehung zum Versiegelungsgrad, der nicht im Index vorkommt, gestellt und zeigt eine starke Korrelation. Die Autoren schließen daraus, dass der Index auch in Beziehung mit Wasserqualität aussagekräftig sei.

Von **Richards et al. (1996)** werden Makrozoobenthos-Proben aus 45 Einzugsgebieten untersucht und Zusammenhänge zwischen EZG-charakterisierenden Faktoren und physikalischen Habitatkenngrößen getestet. Geologie, EZG-Größe, durchschnittliches Gefälle im EZG und Standardabweichung der EZG-Seehöhen werden separat als fixe,

topographische Faktoren behandelt. Demgegenüber stehen Variablen des menschlichen Einflusses als %-Anteile der Landnutzungsklassen und die Heterogenität der Landschaftselemente. Die Analysen werden auf Ebene des gesamten Einzugsgebietes und in 100m Puffern je links und rechts des Flusses im EZG durchgeführt. Ergebnisse zeigen, dass Landnutzungsdaten des Puffers die Sediment-bezogenen Habitatkenngrößen besser erklären als die des gesamten EZG. Die Morphologie hingegen korreliert stark mit Daten des Einzugsgebietes.

Morley & Karr (2002) bewerten Landnutzung in 5 Klassen in drei Scales in Zusammenhang mit benthischen IBI-Werten. Bei größerem Anteil an urbanen Flächen gehen die IBI-Werte zurück. Die meisten Metrics wurden besser durch den EZG-Scale als auf lokaler Ebene vorhergesagt.

Sutherland et al. (2002) beschreiben, dass die relative Abundanz von Kieslaichern stark negativ korreliert mit dem Ausmaß von nicht bewaldeten Flächen im Einzugsgebiet. Das gilt auch für Landbedeckung im 100m Puffer des Hauptstranges. Auf der räumlichen Ebene zwischen zwei Zubringern (Reach Scale) gibt es keine signifikante Korrelation dafür.

Frimpong et al. (2005) gehen der Frage nach, welcher Scale - gesamtes Einzugsgebiet oder lokaler Uferstreifen - den bedeutenderen Einfluss auf den Fluss und seine Biota hat. Viele Studien erkennen, dass sowohl Länge als auch Breite von Uferstreifen wichtig sind, aber die optimalen Dimensionen aus der Kombination von longitudinaler und lateraler Pufferbreite wurden noch nicht bestimmt. Für die Ermittlung der optimalen Pufferdimensionen werden Puffer bis zu 2000m flussauf in 200m Schritten und 300m lateral in 30m Schritten an 107 Befischungsstrecken erstellt. In den 100 möglichen Kombinationen wird jeweils der Anteil an Wald errechnet. Nach der statistischen Analyse ergibt sich eine optimale Pufferdimension von 600x30m, die die deutlichsten Zusammenhänge mit den IBI-Werten darstellt.

2.1.2 Unmittelbare anthropogene Faktoren (EW-, Straßendichte, Punktquellen)

Bolstad & Swank (1997) - zitiert in dem Review von FitzHugh, 2001 - erforschen, dass geringere Gewässerqualität mit höherer Straßendichte bzw. Gebäudedichte im Einzugsgebiet in Zusammenhang steht.

Straßendichte steht in signifikanter negativer Beziehung zur Habitatqualität (Arya, 1999, zitiert in FitzHugh, 2001). Für die Anzahl an Punktquellen im EZG beschreibt Arya (1999) einen möglichen negativen Einfluss auf Habitatqualität.

Dreher (1997), der in der Review von O'Reilly (Jahr unbek.) und FitzHugh (2001) zitiert wird, stellt Bevölkerungsdichte einem Fisch-IBI gegenüber und zeigt einen linearen Rückgang der IBI-Werte mit zunehmender EW-Dichte.

Miltner et al. (2004) verwenden in ihrer Studie die Kriterien Bevölkerungsdichte, Punktquellen, Kläranlagen und Schadstoffeinleitungen aus Schwerindustrie als Belastungstypen, (siehe obige Replik in Kap. 2.1.1).

2.1.3 Gewässergüte, Feinsedimenteintrag

Sutherland et al. (2002) beschränken sich auf den Anteil nicht bewaldeter Flächen im Einzugsgebiet, im 100m Puffer am Hauptstrang und im 100m Puffer zwischen zwei Zubringern und vergleichen diese Klasse mit Daten zum Sedimenttransport (Schwebstoffe und Geschiebe). Schwebstofffrachten sind signifikant höher in beeinträchtigten Gewässern und korrelieren auch stark mit unbewaldeter Fläche im Einzugsgebiet, bzw. im 100m Puffer des Hauptstranges. In Reichweite zwischen den Zubringern ist die Korrelation zwischen Schwebstoffen und Landbedeckung nur schwach.

Soulsby et al. (2001) beschäftigen sich mit Sterblichkeitsraten von Lachs- und Forellenlaich in einem kleinen landwirtschaftlich geprägten, stark regulierten Tieflandbach (Schottland). Die Mortalität nimmt mit höherem Feinsedimenteintrag zu. Hauptquelle für Feinsedimente scheinen intensivierete landwirtschaftliche Flächen zu sein.

2.1.4 Räumliche Ebenen (Scales)

Dass Flüsse von der Landschaft, durch die sie fließen, stark beeinflusst werden und mit ihr in enger Beziehung stehen ist lange bekannt. Hynes (1975), bereits in der Einleitung zitiert, publizierte damals den Artikel „Der Fluss und sein Tal“. Vannote's „River Continuum Concept“ (Vannote et al. 1980) gilt als Meilenstein in der Flusssystemforschung. Es integriert longitudinale Veränderungen von Strukturen und ökologischen Funktionen entlang eines Flusslaufes in einem generellen, holistischen Modell (Hughes, Wang et al. 2006). Die nächste Ebene der Beschreibung von Flusssystemen ist die Entwicklung hierarchischer Modelle, die räumliche Beziehungen zwischen den Einheiten eines Flusssystems erklären. Frissell et al. (1986) beschreiben die Hierarchie eines Flussökosystems beginnend beim größten Maßstab, dem Einzugsgebiet, zu kleineren Scales, dem Flussegment, dem Flussabschnitt, den Makro- und Mesohabitaten, bis hin zum Mikrohabitat. Vor diesem Hintergrund erkennt die heutige Forschung, dass Flüsse ein komplexes Mosaik von Habitattypen sind, die in enger Wechselwirkung stehen, räumlich auf unterschiedlichen Ebenen verschachtelt sind. Autoren des angloamerikanischen Raumes betrachten und bezeichnen Flusslandschaften nun als

„Riverscapes“, die immer als Ganzes und auf einer Reihe von Maßstabsebenen zu untersuchen sind.

Allan (2004) fasst drei häufig verwendete Scales zusammen, die bei der Untersuchung von Scale-Effekten an Fischbeprobungsstellen angelegt werden: (1) die lokale Ebene, definiert aus einem lateralen Puffer von 100 Metern an beide Uferseiten auf einer Länge von einigen hundert bis zu tausend Meter. (2) Ufer- und Auenzone, als ein Puffer mit ähnlicher Breite, aber auf der gesamten Länge des Flusses aufwärts. (3) Das gesamte oberliegende Einzugsgebiet ohne laterale Begrenzung.

Frimpong et al. (2005) versuchen die optimalen Dimensionen für diese Puffergrößen zu finden, die die stärkste Korrelation zeigen und sich am besten für die Modellentwicklung eignen. Es werden Analysen innerhalb aller Kombinationen aus 300 m beidseitigen lateralen Puffern (abgestuft in 30 m Schritten) auf 2000 m Länge in 200 m Schritten ausgewertet. Das sind 10 lateral multipliziert mit 10 longitudinal, als 100 Kombinationen. Beste Ergebnisse lieferten die Dimensionen 30 m lateral mit 600 m longitudinal.

Weitere Scales aus der Literatur sind in Tabelle 2.3 zusammengefasst.

2.2 Zusammenfassung Eingriffskriterien Landnutzung

Wie bereits erwähnt identifizierte Zitek (2006) in den Papers und Reviews schließlich für Landnutzung insgesamt etwa 30 Kriterien (Tabelle 2.2). Welche Scales und Puffer bei den Studien untersucht wurden ist unten ab Seite 17 in Tabelle 2.3 zusammengefasst.

In einer groben Charakterisierung sind folgende Faktorengruppen zu aggregieren:

- %-Anteil an verschiedenen Landnutzungskategorien (Wald, Landwirtschaft, Siedlung, Versiegelung, u.a.),
- in verschiedenen räumlichen Ebenen (lokal, Umland, regional; laterale und longitudinale Puffer),
- andere Zusammenhänge mit menschlicher Aktivität (Einwohner-, Häuser-, Straßendichte im Einzugsgebiet, u.a.),
- natürliche Parameter der Flusslandschaft (Geologie, Boden, Klima, Vegetation im Einzugsgebiet, u.a.).

Tabelle 2.2: Liste der Kriterien bezüglich Landnutzung; Quelle: (Zitek 2006)- verändert.

Kriterium (Kriterienblock)	Literaturzitat
Landwirtschaft	(FitzHugh, 2001) (Allan, 2004) (Soulsby et al., 2001a; Soulsby et al., 2001b) (Richards et al., 1996) (Lammert & Allan, 1999) (Wang et al., 2001) (Regetz, 2003) (Allan et al., 1997) (Roth et al., 1996)
Bewaldete Flächen	(FitzHugh, 2001) (Allan, 2004). (Lammert & Allan, 1999) (Wang et al., 2001) (Regetz, 2003) (Allan et al., 1997) (Roth et al., 1996) (Slaymaker, 2000) (McMahon & Cuffney, 2000) (O'Reilly, Jahr unbek.) (Morley & Karr, 2002)
Wasserflächen	(Lammert & Allan, 1999) (Roth et al., 1996)
Feuchtgebiete	(McMahon & Cuffney, 2000) (Richards et al., 1996) (Lammert & Allan, 1999) (Wang et al., 2001) (Roth et al., 1996)
Urbane Flächen	(FitzHugh, 2001) (McMahon & Cuffney, 2000) (O'Reilly, Jahr unbek.) (Lammert & Allan, 1999) (Snyder et al., 2003) (Wang et al., 2001) (Regetz, 2003) (Morley & Karr, 2002) (Allan et al., 1997) (Roth et al., 1996) (Miltner et al., 2004)
Bevölkerungsdichte	(O'Reilly, Jahr unbek.)
% versiegelte Flächen	(FitzHugh, 2001), www.stormwatercenter.net , (McMahon & Cuffney, 2000) (O'Reilly, Jahr unbek.) (Miltner et al., 2004)
Straßendichte (km / km ² Einzugsgebiet)	(FitzHugh, 2001)
Neigung der Uferböschung (<6%; 2-3 %)	(FitzHugh, 2001)
Anzahl Punktquellen	(FitzHugh, 2001)
Dichte befestigter Straßen	(FitzHugh, 2001)
Unbewaldete Flächen	(FitzHugh, 2001) (Sutherland et al., 2002)
Gebäudedichte	(FitzHugh, 2001)
Flächen über dem Alluvion	(FitzHugh, 2001)
Wasserqualität	www.stormwatercenter.net , (Snyder et al., 2003; O'Reilly, Jahr unbek.) (Taylor et al., 2004) (Regetz, 2003) (Allan et al., 1997) (Soto-Galera et al., 1999) (Sutherland et al., 2002)
Habitat, Morphologie	www.stormwatercenter.net , (O'Reilly, Jahr unbek.) (Snyder et al., 2003) (Richards et al., 1996) (Cunjak, 1996) (Lammert & Allan, 1999) (Allan et al., 1997) (Nerbonne & Vondracek, 2001)
Geologie	(McMahon & Cuffney, 2000) (Allan, 2004) (Snyder et al., 2003) (Richards et al., 1996)
Topographie	(Allan, 2004) (Snyder et al., 2003) (Allan et al., 1997)
Klima	(Allan, 2004)
Vegetation	(Allan, 2004)
Einzugsgebietsgröße	(Richards et al., 1996) (Taylor et al., 2004)
Seehöhe	(Taylor et al., 2004)
Ufervegetation	(Miltner et al., 2004) (Wichert & Rapport, 1998) (Nerbonne & Vondracek, 2001)
Hydrologie	(Snyder et al., 2003) (Morley & Karr, 2002)
Substrat, Kolmation (Substrate embeddedness), %-Anteil Feinsedimente	(Snyder et al., 2003) (Soulsby et al., 2001a; Soulsby et al., 2001b) (Sutherland et al., 2002) (Nerbonne & Vondracek, 2001) (Morley & Karr, 2002)
Scale/räumliche Ebenen (=Pufferweiten)	(Richards et al., 1996) (Lammert & Allan, 1999) (Wang et al., 2001) (Morley & Karr, 2002) (Allan et al., 1997) (Roth et al., 1996) (Nerbonne & Vondracek, 2001) (Frimpong et al., 2005) (Allan, 2004) (Snyder et al., 2003)
Anschließende versiegelte Flächen	(Wang et al., 2001) (Taylor et al., 2004)
Ausmaß Einleitung der Entwässerung versiegelter Flächen (% drainage connection)	(Taylor et al., 2004)

In der folgenden tabellarischen Zusammenfassung (Tabelle 2.3) sind die Definitionen und Werte für Scales und Puffergrößen aus der Literatur extrahiert. In der letzten Spalte sind die Anlehnungen vermerkt, die für das MIRR-Projekt übernommen wurden.

Tabelle 2.3: Zusammenfassung der verschiedenen Scales und Puffergrößen für Landnutzungsanalysen

Paper	Kriterien	Taxa	GesamtEZG	TeilEZG	Lokal/reach	Laterale Puffer	Anwendung für MIRR-Projekt
(Roth, David Allan et al. 1996)	Landbedeckung (% Anteile)	Fische	Gesamtes EZG und in lateralen Puffern 50, 125, 250m	15, 30, 50, 125m laterale Puffer auf 1500m Abschnitt	Transekte je 15m lateral In 150m Abschnitten	bankful discharge + 15, 30, 50, 125m lateral	EZG, 1km Abschnitt Lokal 150m Abs. 30, 50, 100m lateral
(Wang, Lyons et al. 2001)	% Anteile von 15 Landnutzungsklassen anschließende Versiegelung	Fische	Gesamtes EZG und in lateralen Puffern 50m, 50-100m, >100m	Longitudinal 1600m, 1600-3200m, >3200m flussauf im TeilEZG	Anschließende versiegelte Flächen (connected impervious area)	50, 50-100, >100m Puffer links und rechts anschließend/connected	EZG, TeilEZG 5km Abschnitt anschließende Landnutzung
(Lammert and Allan 1999)	Landbedeckung (% Anteile)	Fische Benthos	Gesamtes EZG flussauf		50, 125m Puffer flussauf bis nächste Probestelle (ca. 1000m)	50, 125m Puffer links und rechts	
(Sutherland, Meyer et al. 2002)	Anteil unbewaldeter Flächen, Schwebstoffe, Geschiebe	Fische	Gesamtes EZG und im Puffer 100m des Hauptstranges	Reichweite zwischen 2 Zubringern mit 100m Puffer links u. rechts (reach riparian)		100m Puffer links u. rechts	100m lateraler Puffer am Hauptstrang (mainstem)
(Wichert and Rapport 1998)	Ufervegetation in 3 Klassen (offen: <10%, teilw.: 10-85%, geschlossen: >85%)	Fische		Anschließende Vegetation zwischen Probestellen		anschließend	
(Van Sickle, Baker et al. 2004)	Menschliche Landnutzungen	Fische Benthos	Gesamtes EZG flussauf und in lateralen Puffern 120m		20 m Puffer lokal 10 km Radius	120m Puffer links u. rechts	10km Abschnitt
(Snyder, Young et al. 2003)	Landbedeckung in 6 Klassen (% Anteile)	Fische	Gesamtes EZG flussauf	120m Puffer lateral 400-fache Gewässerbreite flussauf	30 Puffer lateral 80-fache Gewässerbreite flussauf	30, 120m Puffer links u. rechts	

Fortsetzung Tabelle 2.3: Zusammenfassung der verschiedenen Scales und Puffergrößen für Landnutzungsanalysen

Paper	Kriterien	Taxa	GesamtEZG	TeilEZG	Lokal / reach	Laterale Puffer	Anwendung für MIRR-Projekt
(Richards, Johnson et al. 1996)	Landbedeckung (% Anteile), Geologie, EZG-Größe	Benthos	Gesamtes EZG und in lateralen 100m Puffern			100m Puffer links u. rechts flussauf im EZG	EZG 100m lateraler Puffer
(McMahon and Cuffney 2000)	Bevölkerungs-, Straßendichte Siedlungsflächen Versiegelung Bewaldung Anzahl Punktquellen Geologie	Keine	Gesamtes EZG			kein	
(Morley and Karr 2002)	Landbedeckung in 5 Klassen (% Anteile) Substrat	Benthos	Gesamtes EZG flussauf und in lateralen 200m Puffern		200m lateral 1000m flussauf	200 m links und rechts	
(Frimpong, Sutton et al. 2005)	Landbedeckung in 3 Klassen (% Anteile)	Fische		300m lateral 2000m longitudinal	Optimum bei 30m Breite x 600m Länge	Optimale laterale Pufferbreite 30m	1km Abschnitt 30m lateraler Puffer

3 Material, Daten, Methodik

Um die Landnutzung im Umland von Flüssen auszuwerten, wird mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) gearbeitet, das in diesem Fall von der Firma ESRI™ mit der Software ArcGIS© Version 9.0 stammt.

Die Verarbeitung und Datenaufbereitung geschieht mit den Softwareprodukten Excel© und Access© von Microsoft™. Für beschreibende Statistik kommt SPSS® (Version 12.0 für Windows) zur Anwendung.

3.1 Methodische Grundlagen

3.1.1 Geographisches Informationssystem (GIS)

Wie oben erwähnt wurden Produkte von ESRI™ für geographische Aufgaben verwendet. Grundlegendste Theorie eines GIS ist der Versuch die Wirklichkeit (die reale Welt oder meist einen Ausschnitt davon) in einem Modell abzubilden, das (absichtlich oder nicht - Anm.) mehr oder weniger genau ist (Bartelme 2005).

Das Vektormodell

In der sogenannten vektorbasierten Umgebung gibt es Punkte, die durch Koordinaten räumlich definiert sind. Linien und Flächen (Polygone) sind durch offene bzw. geschlossene Verbindungen von Punkten definiert. Die elementaren geometrischen Elemente sind also Punkt, Linie und Fläche - gebräuchlicher Ausdruck dafür ist ‚Feature‘. Jedem Feature werden thematische Charakteristika (Attribute) zugeordnet, (Bartelme 2005).

Die Stärke der Vektormodelle liegt in der Darstellung von punktuellen und linienhaften Elementen, wie z.B. Befischungspunkten oder Flussläufen.

Befischungspunkte und Gewässer liegen auch im MIRR-Projekt als Vektordaten (Punkte bzw. Linien) vor. Die Erstellung der Puffer und Scales (beschrieben in Kapitel 5.1 ab Seite 44) erfolgt noch im Vektor-Format; die weiteren Abfragen der Landnutzung innerhalb der Puffer geschehen jedoch im Raster-GIS, welches für die eigentliche Fragestellung besser geeignet ist.

Es wäre zwar möglich, einen Landnutzungsdatensatz zu vektorisieren, aber Verschneidungen mit Puffern führen zu schleifenden Schnitten und sehr vielen (kleinen) Teilflächen. Diese Aufgabe übersteigt Rechnerleistung, führt zu Abstürzen und würde zu sehr komplexen Datenstrukturen führen.

Das Rastermodell

Ein Raster entsteht unter der Annahme, dass ein Interessensbereich in Teilflächen mit homogener Thematik aufgeteilt werden kann. Üblich ist eine Aufteilung in regelmäßige (quadratische) Rasterzellen, die miteinander ein Mosaik bilden. Die Zellen werden auch Gitterzellen (engl. „grid“) genannt, für die sich auch der Ausdruck Pixel durchgesetzt hat (Bartelme 2005).

In einem Raster kann immer nur ein Attribut gespeichert werden, indem jedes Pixel einen Wert annehmen kann (muss). Flächige Sachverhalte (z.B. Landnutzung) können durch Rastermodelle besser als durch Vektormodelle beschrieben werden. Letztere sind, wie bereits erwähnt, besser für linienhafte Verbindungen geeignet.

3.1.2 Statistik

Mit der Anwendersoftware SPSS® (Version 12.0 für Windows) werden zur Veranschaulichung der Daten Boxplots erstellt. In einem Boxplot wird ein Kasten gezeichnet, der alle Fälle zwischen dem unteren Quartil (25 % Grenze) und oberen Quartil (75 % Grenze) enthält, und der Median mit einem Balken markiert. Der obere und untere Whisker zeigen die kleinsten und größten Werte an, abgesehen von Extremwerten und Ausreißern. Ein Fall gilt als Ausreißer, wenn er mehr als eineinhalb Kastenlängen außerhalb liegt, bzw. als Extremwert, wenn er mehr als drei Kastenlängen außerhalb liegt.

3.2 Datengrundlagen

Dieses Kapitel beschreibt die zu Grunde liegenden Daten für Auswertungen und Analysen. Es enthält Angaben zu Herkunft und Verfügbarkeit aller im Zuge der Recherche gefundenen Datengrundlagen, auch wenn diese später nicht verwendet wurden.

Einführung zu Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten

Besonders der Bedarf nach Landnutzungsdaten steigt mit der Entwicklung von räumlich orientierten Entscheidungs-Unterstützungs-Systemen („Decision Support Systems“). Höhere Ansprüche an die Daten werden sowohl an die homogene, geographische Abdeckung auf lokaler, regionaler bis zu globaler Ebene, an die zeitliche Auflösung (jährliche bis 10-jährige Zeitschnitte), die Quantität und auf die Genauigkeit und Feinauflösung der Klassen (Qualität) gestellt (George and Nachtergaele Jahr unbek.).

Was genau bedeutet Landnutzung?

Streng genommen ist eine klare Unterscheidung zwischen Landnutzung und Landbedeckung notwendig.

Mit Landnutzung werden häufig Geodaten beschrieben, die eigentlich eine Mischung aus Landnutzung und Landbedeckung darstellen. „Landnutzung“ muss jedoch von „Landbedeckung“ begrifflich scharf getrennt werden (Grillmayer and IVFL 2004; George and Nachtergaele).

Landbedeckung ist die Art und Ausstattung der Geländeoberfläche beschrieben als biophysikalischer Ist-Zustand (Grillmayer and IVFL 2004).

“Land cover is the observed (bio)physical cover on the earth’s surface.

When considering land cover in a very pure and strict sense it should be confined to describe the vegetation and the man-made features. Consequently, areas where the surface consists of bare rock or bare soil are describing land itself rather than land cover. Also water surfaces can be disputed as being real land cover. However, in practice the scientific community is used to describe those aspects under the term land cover” (FAO-UNEP 1998).

Landnutzung hingegen ist die Funktion der Landschaft, die sich durch menschliche Aktivitäten ergibt mit der Absicht Produkte und/oder sonstigen Gewinn zu erzielen (George and Nachtergaele Jahr unbek.).

“Land use is characterized by the arrangements, activities and inputs people undertake in a certain land cover type to produce, change or maintain it” (FAO-UNEP 1998).

Mit Methoden der Fernerkundung und insbesondere mit Fernerkundungsbilddaten lässt sich die Landbedeckung erfassen. Erst durch Zusatzinformationen (Expertenwissen, Planungs- und Widmungsdaten) kann die Landnutzung bestimmt werden (Grillmayer and IVFL 2004). Diese Zusammenhänge zwischen verschiedenen Informationsquellen und der Erstellung von Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten sind in Abbildung 3.1 dargestellt.

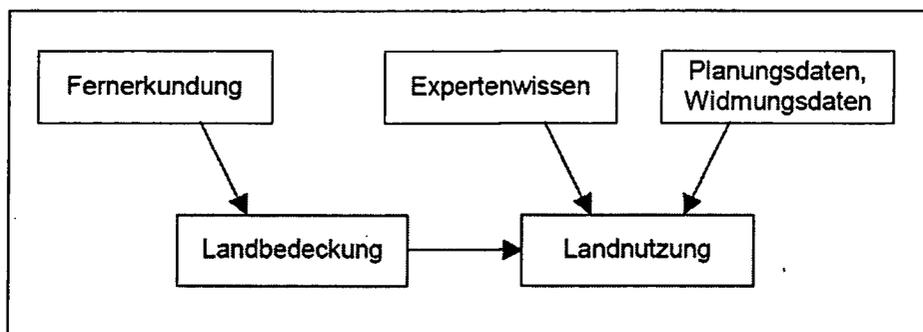


Abbildung 3.1: Informationsquellen für Landbedeckung und Landnutzung; Quelle: (Grillmayer and IVFL 2004).

Häufig lässt sich einer Landnutzung eindeutig eine Landbedeckungsklasse zuweisen. Als Beispiel: Weideland entspricht extensivem Grünland. Andererseits kann eine

Landbedeckungskategorie (z.B. Wald) gleichzeitig mehreren Landnutzungen (z.B. Holzgewinnung, Jagd und Sammeln, Brennholzgewinnung, Erholung, Naturschutzgebiet, Wasser- und Bodenschutzgebiet) entsprechen (George and Nachtergaele Jahr unbek.).

Mit einer deutlichen Änderung der Landnutzung geht meist auch eine Veränderung der Landbedeckung einher, aber Landbedeckung kann sich auch ändern, obwohl die Landnutzung gleich bleibt. Die Beziehung zwischen den beschriebenen Begrifflichkeiten Bedeckung und Nutzung sind also komplex (George and Nachtergaele Jahr unbek.) und sind in der Praxis nicht so scharf voneinander zu trennen. Die meisten Datensätze enthalten somit Elemente der Landbedeckung, als auch der Landnutzung (Grillmayer and IVFL 2004).

3.2.1 CORINE Land Cover (CLC 90 + 2000)

Entstehungsgeschichte

Die Projekte CORINE Air, CORINE Biotopes und CORINE Landcover bilden zusammen das CORINE Programm der EU, das 1985 von der Europäischen Kommission („European Commission - EC) gegründet wurde und nunmehr von der Europäischen Umweltagentur („European Environmental Agency“ - EEA) mit Sitz in Kopenhagen betreut wird. Das Akronym CORINE steht für „Coordination of Information on the Environment“, was zu Deutsch mit „koordinierte Erfassung von Informationen über die Umwelt“ beschrieben wird.

Ziel des Programms ist die Entwicklung vereinheitlichter Methoden zur Erfassung von Umweltdaten, um mit inhaltlich und strukturell harmonisierten Daten Aussagen über den Zustand der Umwelt im gesamteuropäischen Zusammenhang machen zu können.

Für CORINE Landcover wurde von der „gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Union“ (JRC - Joint Research Center) in Ispra/Italien eine einheitliche Methodik zur Erfassung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung auf Grundlage von Satellitendaten entwickelt. Diese muss jeweils von den teilnehmenden Staaten bei der Erstellung des Landbedeckungsdatensatzes (LBDS) angewendet werden. In Österreich wurde das Umweltbundesamt damit betraut (UBA Jahr unbek.).

Nach der Erstellung des ersten LBDSes in den 90er Jahren (CLC90) steht nun schon der zweite aktualisierte Datensatz ‚CORINE Land Cover 2000‘ (CLC2000) zu Verfügung. Somit sind vergleichbare Aussagen auf einer gemeinsamen Datenbasis zur Bodenbedeckung und Landnutzung möglich. Aus der Kartierung der Nutzungsänderungen dieser Dekade sind auf europäischer und nationaler Ebene ökologische Bewertungen und Folgerungen für die regionale Planung ableitbar (www.corine.dfd.dlr.de. „CORINE Landcover - Projektinfo.“, letzter Zugriff 11.05.2006).

Datenquelle, Auswertung und Klassifikation

Datengrundlage bilden europaweit einheitlich orthorektifizierte Landsat-7 ETM+ Satellitenbilder aus den Jahren 1999 bis 2001. Die Auflösung dieser Daten liegt bei 30x30m Pixelgröße und für die orthorektifizierten Bilder wird eine geometrische Genauigkeit von +/- 25 m angegeben.

Die Auswertung erfolgt in einem GIS-gestützten System durch visuelle Interpretation, unterstützt durch automatische Verfahren. Der Erfassungsmaßstab ist 1:100.000, wobei flächenhafte Elemente ab einer Minimalgröße von 25ha und Flächen mit linienförmiger Ausprägung (z.B. Gewässerläufe) ab einer Breite von 100 m aufgenommen werden. Für Veränderungen von Nutzungsgrenzen wurde der Schwellenwert bei 5 ha angesetzt. Im Wesentlichen resultieren aus der CLC2000-Bearbeitung 3 Ergebnisse:

- Kartierung der Veränderungen gegenüber CLC90 (Datensatz Change),
- Aktuelle Bodenbedeckung CLC2000,
- Verbessertes CLC90 Datensatz im Zuge des neuen Interpretationsprozesses (Revision), (www.corine.dfd.dlr.de. „CORINE Landcover - Projektinfo.“, letzter Zugriff 11.05.2006).

Der LBDS besteht schließlich aus Flächen (Polygonen) mit der dazugehörigen CORINE Kennzahl entsprechend der standardisierten CORINE Nomenklatur (siehe Tabelle 3.1). Die Klassifizierung geschieht im Zuge der Satellitenbildinterpretation und Digitalisierung durch den Bearbeiter. Hierfür gilt die Interpretationsrichtlinie der Europäischen Kommission, worin Generalisierungsregeln, Toleranzangaben und Zuordnungsrichtlinien für die Klassen festgelegt sind. Bei Unklarheiten werden noch Kollateraldaten (ÖK50, AV-Karten, sonstige Pläne. etc.) als Entscheidungshilfe herangezogen (Grillmayer and IVFL 2004).

Die Nomenklatur ist hierarchisch in 3 Ebenen (Levels) aufgebaut (siehe Zusammenfassung in Tabelle 3.2). In der detaillierten Ebene 3 sind insgesamt 44 Klassen für den europäischen Raum definiert, wovon 28 in Österreich zur Anwendung kommen. In Tabelle 3.1 sind alle Ebenen und Klassen angeführt und für Österreich geltende ersichtlich gemacht. Ein kleiner geographischer Beispiel-Ausschnitt in Abbildung 3.3 illustriert die Beschaffenheit des Datensatzes.

Zugänglichkeit und Datenweitergabe

Die Daten des CORINE-Landcover Programms werden in Österreich vom Umweltbundesamt betreut und verwaltet. Für nicht kommerzielle Zwecke werden sie über ein Web-Service gegen eine geringe Aufwandsentschädigung für die Bereitstellung weitergegeben. Da diese Daten auch am Geodatenserver an der Universität für Bodenkultur gespeichert sind, konnten sie direkt von dort bezogen werden.

Tabelle 3.1: CORINE Land Cover Nomenklatur in 3-stufiger Hierarchie; Von den 44 Klassen in Level 3 kommen 28 in Österreich vor (nicht vorkommende in grauer Schrift), Quelle: (UBA Jahr unbek.).

Level 1	Level 2	Level 3
1. Bebaute Fläche	1.1. Städtisch geprägte Flächen	1.1.1. durchgängig städtische Prägung
		1.1.2. nicht durchgängig städtische Prägung
	1.2. Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen	1.2.1. Industrie/Gewerbeflächen
		1.2.2. Straßen/Eisenbahnnetze, funktionell zugeordnete Flächen
1.2.3. Hafengebiete		
1.2.4. Flughäfen		
1.3. Abbauflächen, Deponien, Baustellen	1.3.1. Abbauflächen, Abraumhalden	
	1.3.2. Deponien	
	1.3.3. Baustellen	
1.4. Künstl. angelegte nicht landw. genutzte Flächen	1.4.1. Städtische Grünflächen	
	1.4.2. Sport/Freizeitanlagen	
2. Landwirtschaft	2.1. Ackerflächen	2.1.1. Nicht bewässertes Ackerland
		2.1.2. Regelmäßig bewässertes Ackerland
		2.1.3. Reisfelder
	2.2. Dauerkulturen	2.2.1. Weinbauflächen
2.2.2. Obst/Beerenobstbestände		
2.3. Grünland	2.2.3. Olivenhaine	
	2.3.1. Wiesen und Weiden	
2.4. Heterogene landwirtsch. Flächen	2.4.1. Einjähr. Kulturen in Verbindung mit Dauerkulturen	
	2.4.2. Komplexe Parzellenstruktur	
	2.4.3. Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Vegetation von signifikanter Größe	
	2.4.4. Land/Forstwirtschaftliche Flächen	
3. Wälder und naturnahe Flächen	3.1. Wälder	3.1.1. Laubwälder
		3.1.2. Nadelwälder
		3.1.3. Mischwälder
3.2. Kraut/Strauch-Vegetation	3.2.1. Natürliches Grünland	
	3.2.2. Heiden und Moorheiden	
	3.2.3. Hartlaubbewuchs	
	3.2.4. Wald/Strauch Übergangsstadien	
3.3. Offene Flächen ohne oder mit geringer Vegetation	3.3.1. Strände, Dünen, Sandflächen	
	3.3.2. Felsflächen ohne Vegetation	
	3.3.3. Flächen mit spärlicher Vegetation	
	3.3.4. Brandflächen	
	3.3.5. Gletscher/Dauerschneegebiet	
4. Feuchtflächen	4.1. Feuchtflächen im Landesinneren	4.1.1. Sümpfe
		4.1.2. Torfmoore
4.2. Feuchtflächen an der Küste	4.2.1. Salzwiesen	
	4.2.2. Salinen	
	4.2.3. In der Gezeitenzone liegende Flächen	
5. Wasserflächen	5.1. Wasserflächen im Landesinneren	5.1.1. Gewässerläufe
		5.1.2. Wasserflächen
5.2. Meeressgewässer	5.2.1. Lagunen	
	5.2.2. Mündungsgebiete	
	5.2.3. Meer und Ozean	

Tabelle 3.2: Eckdaten LBDS CORINE Land Cover

Eckdaten CORINE Land Cover Datensatz	
CORINE	Coordination of Information on the Environment
Corine Landcover Projekt: 1985 von EU gegründet	
Corine Landcover Projekt 2000 (CLC2000); bereits 2., aktualisierter Datensatz nach CLC90	
„dataset owner“	Federal Ministry for Education, Science and Culture; distributor: IVFL - Institute of Surveying, Remote Sensing and Land Information
Auswertungsgrundlage	Landsat 7 ETM+
Vektordatensatz	
Visuelle Interpretation, digitalisieren von Polygonen	
Erfassungsmaßstab	1 : 100.000
Auflösung	+/- 25m
Mindestgröße der Landnutzungselemente	25 ha
Mindestbreite bei linienhaften Elementen	100m
Nomenklatur	
in 3 Levels mit hierarchischer Struktur (zur vereinfachenden Darstellung)	
1. Ebene	5 Klassen
2. Ebene	15 Klassen (M 1:500.000 bis 1:1.000.000)
3. Ebene	44 Klassen für den europäischen Raum
	28 Klassen in Österreich vertreten (M 1:100.000)

3.2.2 SINUS

SINUS - *Spatial Indicators for Landuse Sustainability*

Dieser österreichweite Landbedeckungsdatensatz (LBDS) entstand im Forschungsprojekt „Landschaftsökologische Strukturelemente als Indikatoren der Nachhaltigkeit“ (SINUS), das im Rahmen des Leitschwerpunkts „Kulturlandschaftsforschung“ (KLF) des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur durchgeführt wurde. Der im MIRR-Projekt für Landnutzungsabfragen angewendete und in dieser Arbeit beschriebene SINUS-Datensatz wurde im Arbeitsbereich „Landbedeckung“ vom Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL) der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) erstellt und 2003 im Endbericht zum Forschungsprojekt SINUS unter der Leitung von Thomas Wrška publiziert.

Der LBDS ist das Ergebnis der Segmentierung und Klassifikation der Landbedeckung auf Basis von Satellitenbildern. Ziel war die Erstellung eines österreichweiten Datensatzes mit dem primären Fokus auf die korrekte Abbildung der Landschaftsstruktur, d.h. der geometrischen korrekten Abgrenzung der Segmente einzelner Landbedeckungsklassen, (Wrška, Peterseil et al. 2003).

Datenquelle

Als primäre Datenquelle wurden Landsat-TM-5 Bilder gewählt, da diese eine hohe spektrale Auflösung bieten und relativ preisgünstig für ganz Österreich zu verschiedenen Aufnahmezeitpunkten verfügbar sind. Diese Bilddaten haben eine Auflösung von 30x30m pro Pixel und nach Georeferenzierung mit Passpunkten kann die geometrische Genauigkeit mit ca. 1 ½ Pixel (45 m) angegeben werden. Um eine höhere Klassifikationsgenauigkeit zu erreichen, wurden Informationen aus dem digitalen Höhenmodell und Ergebnisse der Kulturlandschaftstypisierung als Kollateraldaten herangezogen (Grillmayer and IVFL 2004).

Automatisierte Bildauswertung

Über folgende 3 Arbeitsschritte erfolgt die automatische Auswertung (Wrbka, Peterseil et al. 2003):

- Die radiometrische Kalibrierung eliminiert Störeinflüsse auf die Pixelwerte. Solche können Sonnenhöhe, Geländeform (Nordhang, Südhang) oder atmosphärische Verhältnisse bei der Aufnahme (Dunst) sein.
- Die Segmentierung unterteilt das Sat-Bild in homogene Bildbereiche. Die abgegrenzten „Landschaftselemente“ tragen spektrale Attribute und Gestaltattribute, haben jedoch noch keine Landbedeckungsklasse zugewiesen. Für die Erstellung des SINUS-LBDSes wurde der Centroid-Linkage-Region-Growing-Algorithmus gewählt. Bei diesem Verfahren wird ein Segment ausgehend von einer Saatzelle (seed pixel) so lange um umgebende „ähnliche“ Pixel erweitert, bis ein Schwellenwert erreicht wird, der den Mittelwert des bisher gewachsenen Segmentes überschreitet. Mit diesem Arbeitsschritt geht die Bestimmung von Spektral- und Texturattributen (Daten für die Klassifizierung) und Formattributen (Aussage zur Struktur der Landschaft) für jedes Segment einher.
- Die Klassifizierung der Landschaftselemente erfolgte in einer Kombination aus wissensbasierter und statistischer Klassifizierung. Dazu sind für den statistisch orientierten Ansatz Trainingsdaten notwendig, d.h. in Form von Beispielen der einzelnen Klassen. Allgemeines Wissen über die Zusammenhänge zwischen Fernerkundungsmerkmalen, Kollateraldaten, z.B. Geländehöhe und Typengruppe, und Klassenzugehörigkeit kommt beim wissensbasierten Ansatz zum Tragen. Die Landbedeckungsklassen ergeben sich schließlich aus den Anforderungen der Landschaftsökologie und aus den Möglichkeiten der Fernerkundung. Die Klassen des SINUS-LBDSes sind in Tabelle 3.3 aufgelistet.

Tabelle 3.3: Liste der Landbedeckungsklassen (SINUS); (Wrbka, Peterseil et al. 2003)

Code	Landbedeckungsklassen – Land Cover
1.1.	Vegetationsfreie Standorte, die nicht versiegelt sind und keinen Humushorizont besitzen, Vegetationsbedeckung < 30% (z.B. Schottergruben, Steinbrüche, Deponien, Fels, Schutt, Schotter, Moränen, Baustellen)
1.2.	Eis- und Schneeflächen
2.	Wasserflächen (offene Wasserflächen wie z.B. Seen, nicht aber Mischbereiche von Wasserflächen mit angrenzender Vegetation, beispielsweise schmale Auwaldgewässer)
3.1.	Nadelwald – Bestandesschluss > 40% (Laubwaldanteil < 20%)
3.2.	Mischwald – Bestandesschluss > 40%
3.3.	Laubwald – Bestandesschluss > 40% (Nadelwaldanteil < 20%; Diese Klasse beinhaltet auch Kleingehölzkomplexe.)
4.1.	Grünland mit viel Biomasse (meist mit hohem Feuchtegrad korreliert)
4.2.	Grünland mit wenig Biomasse (meist mit geringerem Feuchtegrad korreliert)
4.3.	Schilf, Moore
4.9.	Grünland gemischt (Grünland mit wechselndem Biomassenanteil, Vorkommen von Sträuchern, Gebüsch, Einzelbäumen)
5.	Weingärten, Obstplantagen
6.	Offener Boden (geackertes Feld)
6.1.	Reife Ackervegetation (gelb, meist Halmfruchtäcker)
6.2.	Grüne Ackervegetation (z.B.: Mais, Zuckerrüben, aber auch Halmfruchtäcker in einem frühen Vegetationsstadium)
6.3.	Unspezifizierbare Ackervegetation (meist Mischungen von reifer und grüner Ackervegetation)
7.1.	Geringer Versiegelungsgrad (stark durchgrünte Siedlungsbereiche)
7.2.	Mittlerer Versiegelungsgrad (Siedlungsbereiche mit geringem Grünanteil)
7.3.	Hoher Versiegelungsgrad (stark verbaute Siedlungsbereiche z.B. Stadtkerne, Industrieflächen)
9.0.	Zurückweisungsklasse
9.8.	Schatten
9.9.	Wolken

Als Illustration des SINUS-Datensatzes ist ein ausgewählter Ausschnitt im Vergleich mit anderen Landbedeckungsdaten in Abbildung 3.3 dargestellt. Die Eckdaten sind in Tabelle 3.4 beschrieben.

Verwaltung des Datensatzes, Datenverfügbarkeit

Der Datensatz ‚lc_sinus‘ im Format ESRI-Grid wurde vom Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL) an der Universität für Bodenkultur Wien über den Geodatenserver ‚ivfl-sdi.boku.ac.at‘ bezogen.

Tabelle 3.4: Eckdaten LBDS SINUS

Eckdaten SINUS Landbedeckungsdatensatz	
SINUS	Spatial indicators for landuse sustainability
Im Rahmen des Schwerpunktes „Kulturlandschaftsforschung“ 2003 publiziert	
Auswertungsgrundlage	Landsat 5
Rasterdatensatz	
Automatische Segmentierung und Klassifikation der Satellitenbilddaten	
Auflösung	30 m
Mindestgröße der Landnutzungselemente	0,5 ha
Nomenklatur	
in 2 Levels mit hierarchischer Struktur	
1. Ebene	7 Klassen
2. Ebene	18 Klassen

3.2.3 Hemerobiegrad

Im Rahmen des Projektes SINUS wurde für Österreich ein flächendeckender Datensatz erstellt, der den Grad der menschlichen Überprägung (Hemerobiegrad) der einzelnen Landschaftselemente wiedergibt (Wrbka, Peterseil et al. 2003).

Das Konzept der Hemerobie

Unter Hemerobie versteht man „ein Maß für den menschlichen Kultureinfluß auf Ökosysteme, wobei die Einschätzung des Hemerobiegrades nach dem Ausmaß der Wirkungen derjenigen anthropogenen Einflüsse vorgenommen wird, die die Entwicklung des Systems zu seinem Endzustand entgegenstehen“ (Kowarik 1988 in Wrbka, Peterseil et al. (2003)).

Bewertungen der Hemerobie stehen in engem Zusammenhang mit den Konzepten der „potentiell natürlichen Vegetation“ sowie Naturnähe und Naturferne.

Das aus den 50er Jahren stammende Konzept der Hemerobie wurde in Österreich erstmals 1991 von Grabherr flächig angewandt. Wrbka adaptierte dieses Konzept 1996 im Rahmen der Methodenentwicklung für die Kulturlandschaftsgliederung Österreichs und schuf damit einen systematischen, objektiven Bewertungsansatz bezüglich der Hemerobie (Wrbka, Peterseil et al. 2003)

Zur Definition des Hemerobiegrades einer Landschaft werden folgende Parameter herangezogen: Natürlichkeit der Vegetation, Potential der natürlichen Regeneration, Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmittel, Ausmaß und Stärke des Bodenumbruchs, Grad der Bodenverdichtung, der Neophytenanteil oder die Langlebigkeit der eingebrachten Arten, (siehe Bastian & Schreiber 1999 in Wrbka, Peterseil et al. (2003)).

Dieses Konzept bietet den großen Vorteil eines konsistenten Bewertungsansatzes für sehr unterschiedliche Landschaften. Damit lassen sich auch sehr verschiedene Regionen, z.B. Almlandschaften Westösterreichs mit Weinbaugebieten Ostösterreichs, hinsichtlich ihrer

Naturnähe bzw. -ferne vergleichen. Der Hemerobiegrad ist daher ein integrativer Indikator, der den Zustand eines landschaftlichen Systems beschreibt. In weiterer Folge lässt sich mit der Bewertung der Änderung der Hemerobie hin zu stärkerer menschlicher Beeinflussung auch ein integrativer Indikator der Nachhaltigkeitsbewertung ableiten (Wrbka, Peterseil et al. 2003).

Hemerobie, Landschaftsstruktur und -komplexität

Wie oben bereits erwähnt stellt der Grad der menschlichen Überprägung von Landschaften, dargestellt über das Konzept der Hemerobie, einen integrativen und aggregierten Indikator dar. Forschungsergebnisse zeigten, dass menschliche Aktivität tendenziell zu einer Geometrisierung der Landschaft führt und die Komplexität der Form der Elemente abnimmt. Aufbauend auf diese These konnte ein Zusammenhang zwischen Strukturindizes, die relativ einfach aus Satellitenbildern zu erheben sind, und der Hemerobie, als komplexer Indikator, statistisch festgestellt werden.

Landschaftsausschnitte lassen sich mit einer Vielzahl von Indizes (landscape metrics) beschreiben, um sie vergleichen zu können (Wrbka, Peterseil et al. 2003). Die wichtigsten Indizes, die im SINUS-Projekt analysiert wurden sind folgende:

- Anzahl der Landschaftselemente (je Flächeneinheit),
- Durchschnittliche Flächengröße der Landschaftselemente,
- Randlängendichte als Maß für die „ökologisch aktive Oberfläche“ einer Landschaft,
- Shannon-Diversitäts-Index, ein Maß der relativen Diversität der Landschaftselemente,
- Shannon-Eveness-Index, beschreibt die Verteilung der Landschaftselemente und deren Abundanz,
- Shape-Index, ein Maß der Flächenkomplexität; Flächen-Umfang-Verhältnis
- NSCP-Index (Number of Shape Characterising Points; Moser et al. 2002) beschreibt die Randlinienkomplexität.

Die Hemerobie-Einstufung für Österreichs Kulturlandschaften wurde schließlich direkt über das dominante Landnutzungssystem abgeleitet, wobei aufgrund von Strukturattributen Zu- und Abschläge vergeben wurden. Acker- und Weinbaulandschaften gelten generell als polyhemerob, wurden aber im östlichen Waldviertel mit a-euhemerob bewertet, weil sie naturnähere Kleinstrukturen aufweisen (Wrbka, Peterseil et al. 2003).

In Abbildung 3.3 ist ein Ausschnitt des Hemerobie-Datensatzes im Bereich St. Pölten zu sehen. Im Vergleich dazu sind auch die beiden LBDe CORINE und LC-SINUS im gleichen Ausschnitt dargestellt.

Nomenklatur

In einer 9-stufigen Skala (siehe Tabelle 3.5) wird die Landschaft von meta-hemerob (stark und einseitig anthropogen beeinflusst) bis a-hemerob (anthropogen unbeeinflusst) bewertet.

Tabelle 3.5: Hemerobiestufen (Wrbka, Peterseil et al. 2003)

Hemerobiestufe	Beschreibung	
1	a-hemerob	Nicht kulturbeeinflusst
2	oligo-hemerob	Schwach kulturbeeinflusst
3	beta-mesohemerob	Schwach kulturbeeinflusst
4	alpha-mesohemerob	Mäßig kulturbeeinflusst
5	beta-euhemerob	Stark kulturbeeinflusst
6	alpha-euhemerob	Stark kulturbeeinflusst
7	beta-polyhemerob	Sehr stark kulturbeeinflusst
8	beta-polyhemerob	Sehr stark kulturbeeinflusst
9	meta-hemerob	Übermäßig stark und einseitig kulturbeeinflusst

3.2.4 Bevölkerungsdichte

Ausgangsdatensatz wurde vom IVFL - BOKU (Hafner 2006) erhalten. Aus einer Bearbeitung von Land Cover SINUS und Volkszählungsdaten auf Gemeindeebene entsteht ein Vektordatensatz, der die Anzahl der Einwohner je Siedlungskörper wiedergibt. Zugrunde liegende Berechnung für jeden Siedlungskörper:

$$\text{Einwohner (2004)} / \text{Gemeindefläche} * \text{Siedlungskörperfläche}$$

Damit wird die Bevölkerung der Gemeinde auf die einzelnen Siedlungskörper im Gemeindegebiet „abgefüllt“. Die räumliche Verteilung der Bevölkerung wird so genauer abgebildet. Zwischen den Siedlungen gilt die Dichte allerdings als Null.

Für die Abfragen im MIRR-Projekt wurde dieser Vektordatensatz zu einem Raster mit folgenden Schritten umgewandelt:

- Berechnen eines Attributes „pop_dens900“: Einwohner des Siedlungskörpers/ Siedlungskörperfläche * 900 – ergibt also einen Dichte-Wert EW/900m²
- Konvertierung zu Raster mit Zellgröße 30*30m. Im Ergebnis entspricht der Wert jeder Zelle den Einwohnern dieser Rasterzelle - unter der Annahme, dass sie gleichmäßig im Siedlungskörper verteilt sind.

Einen Beispielausschnitt im Bereich St. Pölten sieht man in Abbildung 3.2.

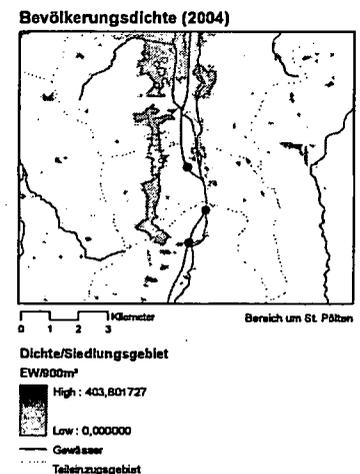
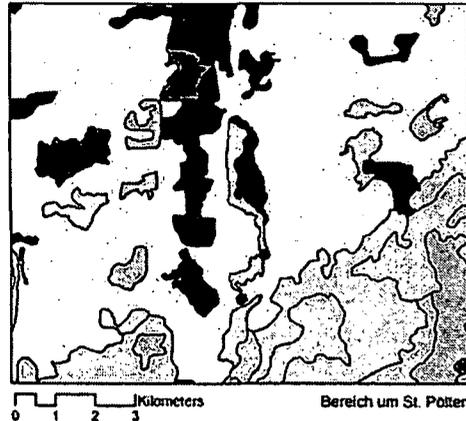


Abbildung 3.2:
Bevölkerungsdichte im
Siedlungsgebiet, Beispiel
aus dem Rasterdatensatz

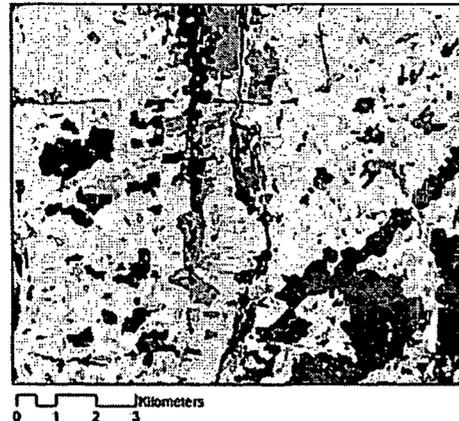
Landuse and landcover data

CORINE landcover (CLC2000)



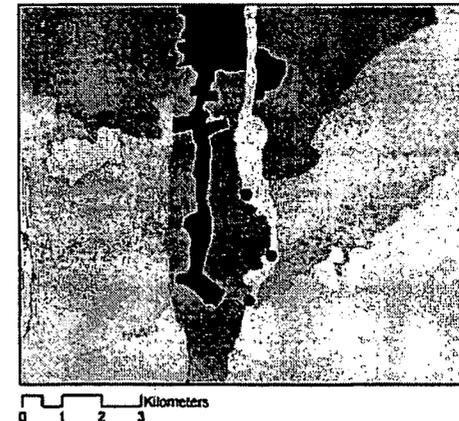
- CORINE landcover**
- | | |
|---|---------------------------|
| 0 | 311-Laubwald |
| 111-Stadt | 312-Nadelwald |
| 112-lockere Verbauung | 313-Mischwald |
| 121-Industrie u. Gewerbe | 321-alpine Matten |
| 122-Verkehrsfläche | 322-Latschen |
| 123-Hafengebiet | 324-Wald-Strauch Übergang |
| 124-Flughafen | 332-Fels |
| 131-Abbaufläche | 333-Fels spär. Vegetation |
| 141-Städtische Grünfläche | 335-Schnee |
| 142-Freizeitanlage | 411-Sumpf |
| 211-Ackerland (nicht bewässert) | 412-Torfmoore |
| 221-Weinbau | 511-Gewässerverlauf |
| 231-Wiese und Weide | 512-Wasserfläche |
| 242-Landwirtschaft komplex | |
| 243-Landwirtschaft, natürliche Vegetation | |

landcover SINUS



- landcover SINUS**
- | |
|--|
| NoData |
| 2,Wasserrflächen |
| 5,Weingärten |
| 11,Vegetationslose Standorte |
| 12,Eis- und Schneeflächen |
| 31,Nadelwald - Bestandesschluss > 40% (Laubwaldanteil < 20%) |
| 32,Mischwald - Bestandesschluss > 40% |
| 33,Laubwald - Bestandesschluss > 40% (Nadelwaldanteil < 20%) |
| 34 |
| 41,Grünland viel Biomasse |
| 42,Grünland mit wenig Biomasse |
| 43,Schilf und Moor |
| 49,Grünland gemischt (mit Sträucher, Gebüsch, Einzelbäume) |
| 60,Offener Boden (geackertes Feld) |
| 61,Reife Ackervegetation (gelb, Halmfruchtäcker) |
| 62,Grüne Ackervegetation (z.B. Mais, Zuckerrüben...) |
| 63,Unspezifische Ackervegetation |
| 71,Geringer Versiegelungsgrad (stark durchgrünte Siedlungsbereiche) |
| 72,Mittlerer Versiegelungsgrad (Siedlungsbereiche mit geringen Grünanteil) |
| 73,Hoher Versiegelungsgrad (stark verbaute Siedlungsbereiche) |
| 78,Industriegebiete |
| 90,Zurückweisungsklasse |
| 98,Schatten |
| 99,Wolken |

Hemerobiegrad (SINUS)



- Hemerobie**
- | |
|---------------------|
| 0 |
| 1-ehemerob |
| 2-oligohemerob |
| 3-beta-mesohemerob |
| 4-alpha-mesohemerob |
| 5-beta-euhermerob |
| 6-alpha-euhermerob |
| 7-beta-polyhemerob |
| 8-alpha-polyhemerob |
| 9-metahemerob |

Abbildung 3.3: Die Datensätze CORINE, SINUS und Hemerobie im Vergleich im Bereich St. Pölten; Quellen: CORINE (UBA), SINUS und Hemerobiegrad (Wrbka, Peterseil et al. 2003)

3.2.5 Landinformationssystem Österreich- Realraumanalyse

Es handelt sich bei diesem digitalen Datensatz um eine Darstellung des gesamten Staatsgebietes in einer so genannten Strichkarte. Dabei stellen Polygone und Linien die Land Use/Land Cover-Information dar. Der Erfassungsmaßstab entspricht der ÖK50 mit 1:50.000. Der Datensatz entstand in den Jahren 1995-2000 und 2001-2003 wurden unterschiedliche Anwendungen aus diesem Produkt abgeleitet, sowie Datenverbesserung im Bereich des alpinen Geländes eingearbeitet.

Datenquellen

Der Erstellung dieses LBDSes liegt ein *Multi-Input-Prinzip* zugrunde. Als Datengrundlagen zur Abgrenzung und Interpretation dienten unterschiedliche räumlich-thematische Informationen. Dies waren Satelliten- und Luftbilder, thematische und topographische Karten, Pläne, etc.

Auswertung und Klassifikation

Ziel bei Auswertung und Klassifikation war es, hohen Informationsgehalt im Maßstab 1:50.000 zu erhalten und gleichzeitig ein ansprechendes und visuell gut auffassbares Kartenbild zu erhalten. Dazu verfolgte man das *Prinzip der doppelten Generalisierung*. Zum einen werden Grenzlinien-Verläufe generalisiert und zum anderen die Vielfältigkeit der Kultur- und Naturlandschaft auf ein überschaubares Attribute-Set reduziert.

Die Nomenklatur (Grillmayer and IVFL 2004) dieses LBDSes ist hierarchisch aus einer generellen Ebene, mit 6 Kategorien, und einer detaillierten Ebene mit etwa 60 Klassen aufgebaut. Der Datensatz wird aber auch in einem 14-Klassen Set geliefert. Tabelle 3.6 bietet eine detaillierte Übersicht aller Klassen und Hierarchieebenen.

Tabelle 3.6: Nomenklatur des Rauminformationssystems Österreich; (Grillmayer and IVFL 2004)

Generelle Ebene	14 Klassen Set	Detaillierte Ebene	
1. SIEDLUNGSRAUM	1.1 Vorwiegend geschl. Bebauung	Stadtkerne	
		Sonstige Ortskerne	
	1.2 sonstige städtisch-dichte Bebauung	Ländliche Sammelsiedlungen	
		Zentren nicht geschl. ländl. Siedlungen	
		Unvollkommene Straßendörfer	
		Kettendörfer, lockere Sammelsiedlungen	
	1.3 vorwiegend offene Bebauung	Geschl. bebaute Siedlungsfläche	
		Städtische Verdichtung, Wohnblöcke	
		Große mehrgeschossige Wohnanlagen	
		Städtische Verdichtung, funktionale Merkmale	
	1.4 Betriebsgebiete	In Agglomeration aufgegangenes Dorf	
		Offene Bebauung	
	1.5 öffentl. Hand	Größere einförmige Einzelhausgebiete	
		Mischgebiet von Wohnen u. Betriebe	
1.6 Grünraum im Siedlungsverband	Kellergassen		
	Extensive periphere Nutzungen		
1.7 historische Anlagen	Betriebsgebiete i. allgem.		
	Stadtrand-Verbrauchermärkte		
1.8 Verkehrsflächen	Abbau- und Deponieflächen		
	Gärtnereien, Baumschulen		
2. AGRARRAUM	2.1 Acker-Grünland	Objekte und Anlagen der öffentl. Hand	
	2.2 Relieftypisierung des Agrarraumes	Sportanlagen, Freizeiteinrichtungen	
		Freizeitwohngebiete	
Öffentliche Parkanlagen			
Kleingartenanlagen			
2.3 Sonderkulturen	Schlösser, Klöster		
	Autobahnen, Schnellstraßen		
3. WALDFLÄCHEN	3.0 Waldfläche	Bahnhöfe	
		Flugplätze	
		2.1 Acker-Grünland	(in fünf Abstufungen)
		2.2 Relieftypisierung des Agrarraumes	Verebnungen
			Welliges, schwach geneigtes Gelände
			Kupiertes Gelände
			Dominanz steiler Hanglagen
		2.3 Sonderkulturen	Höhergelegene Flächen ger. Neigung
			Weinbauflächen
		4. SUBALPIN-ALPIN	4.0 subalpin-alpines Höhenstockwerk
Nadelwald			
Laubwald			
Mischwald, Nadelwald dominiert			
Erlenbuschwerk			
Nadelwald felsdurchsetzt			
Misch- und Laubwald felsdurchsetzt			
Größere Bestände flussbegl. Gehölze			
Mischwald, Laubwald dominiert			
Moorflächen mit Gehölzbestand			
5. SONSTIGE FLÄCHEN	5.0 sonstige Flächen	Gletscher	
		Felsgelände	
		Schutt- und Geröllhalden	
		Felsdurchsetzte magere alpine Rasen	
		Alpine rasen und Heiden	
		Alpine Rasen mit Krummholz	
		Flächige Krummholzbestände	
		Alpine Rasen mit Baumgruppen	
6. LINEARE STRUKTUREN	6.0 lineare Strukturen	Grünerlen und Krummholz	
		Grünlandbereiche, Almen	
		Gewässer	
6.0 lineare Strukturen	Sport- und Freizeittflächen		
	Wintersportgelände		
	Straßenzüge (ÖK50)		
6.0 lineare Strukturen	Eisenbahnlinien		
	Fließgewässer (breite als Polygone)		

Datenhaltung und Verfügbarkeit

Die Verfügung über den Datensatz liegt bei Mag. Dr. Martin Seger, der am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Klagenfurt als O. Univ. Professor tätig ist.

Dem sehr hohen personellen Aufwand, der in dieses Projekt investiert wurde, ist auch die Politik der Datenweitergabe angemessen. Die Kosten liegen für Flächen größer 1000 km² bei 0,96 €/km² für das 14-Klassen Set und 1,92 €/km² für das volle Klassen Set. Die erworbenen Beträge stellen Forschungs-Drittmittel dar, die für die Weiterentwicklung des Datensatzes und für Sicherungs- und Wartungsarbeiten eingesetzt werden. (Grillmayer and IVFL 2004)

Dieser Datensatz wurde schließlich nicht für Auswertungen im Rahmen des MIRR-Projektes angeschafft.

3.2.6 Gewässernetz NÖ

Als Basisdatensatz und für Auswertungen von Distanzen entlang der Gewässer (zur nächsten Kläranlage, zur Mündung) wurde ein kilometriertes Gewässernetz (GewNetz.shp) vom Umweltbundesamt (UBA) für das MIRR-Projekt bereitgestellt. Dieser Datensatz enthält auch einige Fließgewässerstrecken im benachbarten Ausland und stellt das offizielle Berichtsgewässernetz des Bundes dar. Erfasst sind darin alle Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km².

3.2.7 Digitaler hydrologischer Atlas Österreich (digHAO)

Der (digitale) hydrologische Atlas Österreichs (BMLFUW 2005) wurde unter der Projektleitung des Instituts für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau (IWHW - BOKU Wien) im Auftrag des BMLFUW erstellt. Das Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (IHG) war als Partner in Teilbereichen bei der Erstellung beteiligt. Der digHAO ist demnach am Institut vorhanden und in Verwendung.

Für das MIRR-Projekt und für vorliegende Diplomarbeit wurden die Daten der Wasserbilanz (insbesondere Einzugsgebiete) und der Gewässergüte entnommen.

3.2.8 Gewässergüte

GIS-fähige Daten zur aktuellen Gewässergüte und der Vergangenheit stehen im digHAO zur Verfügung. In den Auswertungen fanden die Gütedaten der Jahre 1966, 1988, 1998 und 2001 Eingang. Es handelt sich dabei um Güte-Banddarstellungen, die im Vektorformat gespeichert sind (siehe Abbildung 3.4). Für jeden Zeitschnitt gibt es ein eigenes Shapefile, wo jeweils einzelne Flussegmente - im Vektor GIS als Features bezeichnet - das Güteattribut tragen.

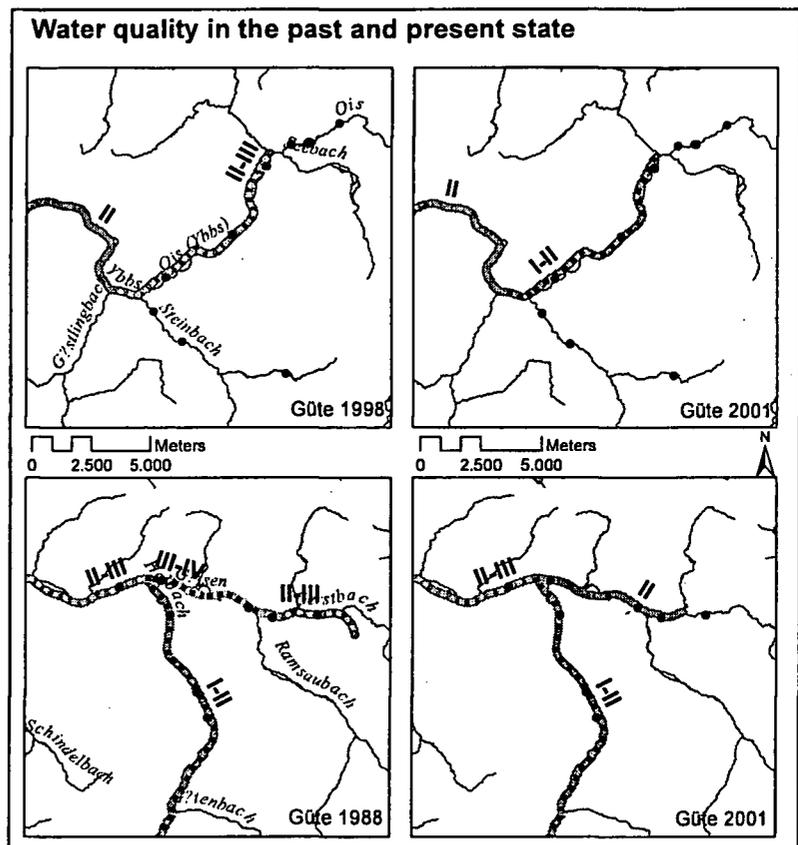


Abbildung 3.4: Beispiel von Veränderungen der Gewässergüte

3.2.9 Kläranlagen und Punktquellen

Vom Umweltbundesamt wurde ein GIS-Datensatz (Kläranlagen.shp) der kommunalen Kläranlagen laut Kläranlagendatenbank des BMLFUW gemäß EU-Richtlinie 91/271/EWG zur Verfügung gestellt. Es sind darin alle Kläranlagen in Österreich enthalten, deren Ausbaupazität über einem Einwohnergleichwert (EWG) ≥ 2.000 liegt. Stand der Daten ist 2002 und umfasst insgesamt 639 Einträge.

Zusätzlich dazu wurde eine Liste (Excel-Format; Klaeranlagen_Frachten_Ergebnisfile.xls) mit Daten zu Ablauffrachten aus den Kläranlagen geliefert. Die Daten geben die Fracht in Tonnen pro Jahr an und werden jährlich vom jeweiligen Amt der Landesregierungen zur Einspeisung in die Kläranlagendatenbank gemeldet. Gemessen werden BSB5 (biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen), CSB (chemischer Sauerstoffbedarf), Nges (gesamte Stickstofffracht), NH4 (Ammonium), NO3 (Nitrat) und Pges (Phosphorfracht). Da die Daten teilweise etwas lückenhaft sind, wurden diese daher vorerst noch nicht weiter ausgewertet.

Auch für **punktuelle Belastungen** von Oberflächengewässern ist ein Punkt-Datensatz mit verorteten Einleitern vorhanden (UBA). In der Datei (Punktquellen.shp) sind mit Stand 2004 für Österreich 357 Emittenten registriert. Dies sind jene gemäß Bericht zur RL 76/464/EWG 1999-2001 (Einleitung von Gefährlichen Stoffen), Sonstige Anlagen, Altlasten und Seveso-Betriebe. Diese Zusammenstellung des UBA beruht auf folgenden Datenquellen: EPER-Register (IPPC -Anlagen; wasserrelevant), UBA (Altlasten), BMLFUW/R. Stadler (für Seveso und Altlasten mit Wassergefährdungspotenzial). Als Attribute sind zu jedem Punkt eine ID und der Name des Emittenten vorhanden.

3.2.10 Potentielle Auenzonen der großen Flüsse Österreichs

Die Abgrenzung der potentiellen Auenflächen konnte den ANF/KLF Projektsdaten entnommen werden (Muhar, Poppe et al. 2004). Diese Daten sind nur an großen Flüssen (EZG > 500 km²) vorhanden und konnten nach einer zusätzlichen Bearbeitung (Lageanpassungen und teilweise zusätzliche Ausweisung an mittleren Flüssen) für das MIRR-Projekt herangezogen werden. Nähere Details zur Bearbeitung der ANF/KLF Daten sind im internen Bericht zur Datenrecherche im MIRR-Projekt (Poppe and Zitek 2006) zu finden, da diese Arbeit nicht Teil vorliegender Diplomarbeit war.

4 Untersuchungsaufbau

Die Datenrecherche für das MIRR-Projekt begann in Niederösterreich und wurde wegen vieler Schwierigkeiten in der Datenbeschaffung und Verfügbarkeit und damit verbundenem großen Arbeitsaufwand auch nicht auf weitere Bundesländer ausgedehnt. Dementsprechend beschränken sich die Größe des Datensatzes und die Auswertungen gegenständlicher Diplomarbeit auf die Landesfläche von Niederösterreich.

4.1 Niederösterreich Steckbrief allgemein

4.1.1 Geologie und Bioregionen

Geologisch lässt sich Niederösterreich grob in 4 große Einheiten gliedern. Das Kristallin der böhmischen Masse im Nordwesten (Waldviertel) stellt den Anteil an der Ökoregion des Zentralen Mittelgebirges dar. Südlich davon schließt als schmaler Streifen die Flyschzone an. Diese ist die nördliche Grenze des Ostalpins, das im südlichen Niederösterreich von Karbonatgesteinen der Nördlichen Kalkalpen gebildet wird und den Anteil Niederösterreichs an der Ökoregion Alpen darstellt. Östlich der beiden genannten Gebirge (böhmische Masse, Kalkalpen) liegen die Beckenlandschaften mit geologischen Einheiten des Tertiärs und Quartärs, die zur Ökoregion der ungarischen Tiefebene zählen. Ganz im Osten an der Grenze zur Slowakei bei Marchegg findet man Ausläufer der Ökoregion Karpaten.

4.1.2 Hydrologie

Der überwiegende Teil Niederösterreichs entwässert über das Donaueinzugsgebiet in das Schwarze Meer. Die wichtigsten linksufrigen (nördlichen) Donauzubringer sind Kamp, Krems, March und Thaya. Rechtsufrig (südlich) sind es Enns, Ybbs, Erlauf, Melk, Pielach, Traisen, Schwechat, Fischa, Schwarza und Leitha.

Im Nordwesten des Waldviertels verläuft die europäische Wasserscheide zwischen Nordsee und Schwarzem Meer. Den kleinen Anteil Niederösterreichs am Einzugsgebiet der Elbe stellt die Lainsitz, die über Moldau und Elbe in die Nordsee entwässert.

4.2 Fischpunkte und Einzugsgebiete

408 Fischstrecken verteilt auf die Landesfläche von NÖ standen für die Auswertungen zur Verfügung. Diese Fischdaten stammen aus mehreren Datenbanken und wurden für das MIRR-Projekt ausgewählt. Die Quellen für die Fischpunkte sind

- die insitutsinterne Habitat-Fischdatenbank,
- Daten des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BAW) Scharfling,
- Daten aus der Fischartenkartierung (FAK) des Landfischereiverbandes Niederösterreich.

In Summe ergeben sich für die Fischpunkte 21 Einzugsgebiete (Tabelle 4.2 und Abbildung 4.1) Die Fischstrecken sind verteilt auf etwa 70 Flüsse. Tabelle 4.1 listet die bearbeiteten Fließgewässer in NÖ auf, sortiert nach abfallender Anzahl von Befischungstrecken. Die meisten Fischpunkte liegen an der Pielach (48), etwa halb so viele Punkte stammen jeweils von Url, Melk, Traisen und Lainsitz und die Gewässer, Erlauf, Ybbs, Piesting, Kamp, Mödling, Weitenbach und Thaya sind mit je 12 bis 17 Punkten erfasst. An 38 Gewässern gibt es weniger als 4 (<4) Datenpunkte, wobei hier viele kleine Bäche mit kleinem Einzugsgebiet vorkommen.

Tabelle 4.1: Anzahl Fischstrecken je bearbeitetem Fließgewässer in NÖ

Lfnr.	Gewässername	Anzahl Fischstrecken
1	Pielach	48
2	Urlbach	22
3	Melk	21
4	Traisen	21
5	Lainsitz	18
6	Große Erlauf	17
7	Ybbs	16
8	Piesting	15
9	Kamp	13
10	Mödling	13
11	Weitenbach	13
12	Thaya	12
13	Gr.Krems	10
14	Triesting	10
15	Kleiner Kamp	9
16	Braunaubach	8
17	Fischa	8
18	Schwechat	7
19	Große Isper	6
20	Kleine Erlauf	6
21	Kleine Isper	6
22	Zauchabach	6
23	Gölsen	5
24	Taffa	5
25	Unrecht-Traisen	5
26	Warme Fischa	5
27	Zauchbach	5
28	Ois	4
29	Reißbach	4
30	Schwarza	4
31	Halbach	3
32	Isper	3
33	Perschling	3
34	Schliefaubach	3

35	Steubach	3
36	Zellenbach	3
37	Erlauf	2
38	Further Bach	2
39	Höllbach	2
40	Kastenitzer Bach	2
41	Kremnitzbach	2
42	Kronberger Bach	2
43	Mährische Thaya	2
44	Mank	2
45	Michelbach	2
46	Nattersbach	2
47	Russbach	2
48	Schwarzbach	2
49	Steinbach	2
50	Stössingbach	2
51	Türnitzbach	2
52	Zöbernach	2
53	Abzugsgraben	1
54	Elexbach	1
55	Enns	1
56	Fichtenbach	1
57	Gafringer Bach	1
58	Hassbach	1
59	Hunsaubach	1
60	Jeßnitz	1
61	Laimbach	1
62	Längapiesting	1
63	Leitha	1
64	Pitten	1
65	Ramingbach	1
66	Retzbach	1
67	Tiefenbach	1
68	Waidhofenbach	1
	Gesamt	408

In Tabelle 4.2 sind die Einzugsgebiete in NÖ aufgelistet, die durch Fischdatenpunkte abgedeckt sind. In der Spalte EZG-Größe ist die Einzugsgebietsgröße für den untersten Fischpunkt im Gebiet angegeben, was bedeutet, dass dieser Wert nicht immer der gesamten Einzugsgebietsgröße des Gewässers entspricht.

Der Tabelle 4.2 ist zu entnehmen, dass die meisten (58) Fischstrecken im Ybbs-Url Einzugsgebiet liegen. Im Einzugsgebiet der Pielach gibt es 52 ausgewählte Strecken, der Traisen 40 und für Triesting-Schwechat-Mödling gesamt 32. Erlauf, Kamp, Lainsitz-Braunaubach, Piesting-Fischa und Melk-Mank Einzugsgebiete sind jeweils mit etwa 23-29 Datenpunkten erfasst. Ein bedeutsamer Ausreißer in der Tabelle ist sicherlich die Enns, die nur mit 2 Fischpunkten vertreten ist. Die zugehörige Einzugsgebietsgröße von 6084 km² stellt aber einen Extremwert im vorliegenden Datenset dar.

Tabelle 4.2: Einzugsgebietsgrößen und zugehörige Anzahl Fischstrecken

Einzugsgebiet (EZG)	EZG-Größe (km ²)	Anzahl Fischstrecken
Ybbs-Url	1369,87	58
Pielach	601,74	52
Traisen(Oberlauf)-Goelsen	745,33	40
Triesting-Schwechat-Moedling	1007,30	32
Erlauf	598,52	29
Kamp	1568,90	28
Lainsitz (Oberlauf)-Braunaubach	628,50	27
Piesting-Fischa	546,41	24
Melk-Mank	285,71	23
Ysper-Kleine Ysper	165,02	17
Weitenbach	174,08	16
Leitha-Schwarza-Pitten	2116,36	15
Thaya	1049,27	14
Grosse Krems (Oberlauf)	130,12	10
Perschling	264,46	7
Reissbach-Kastenitzerbach	75,98	6
Russbach-Marchfeldkanal	574,89	3
Enns	6084,53	2
Zoebernbach(Oberlauf)	56,72	2
Schwarzaubach	35,01	2
Tiefenbach	14,88	1

In Abbildung 4.1 sind alle Einzugsgebiete mit zugehörigen Fischpunkten graphisch dargestellt und geben einen Überblick zur geographischen Verteilung der Punkte in Niederösterreich.

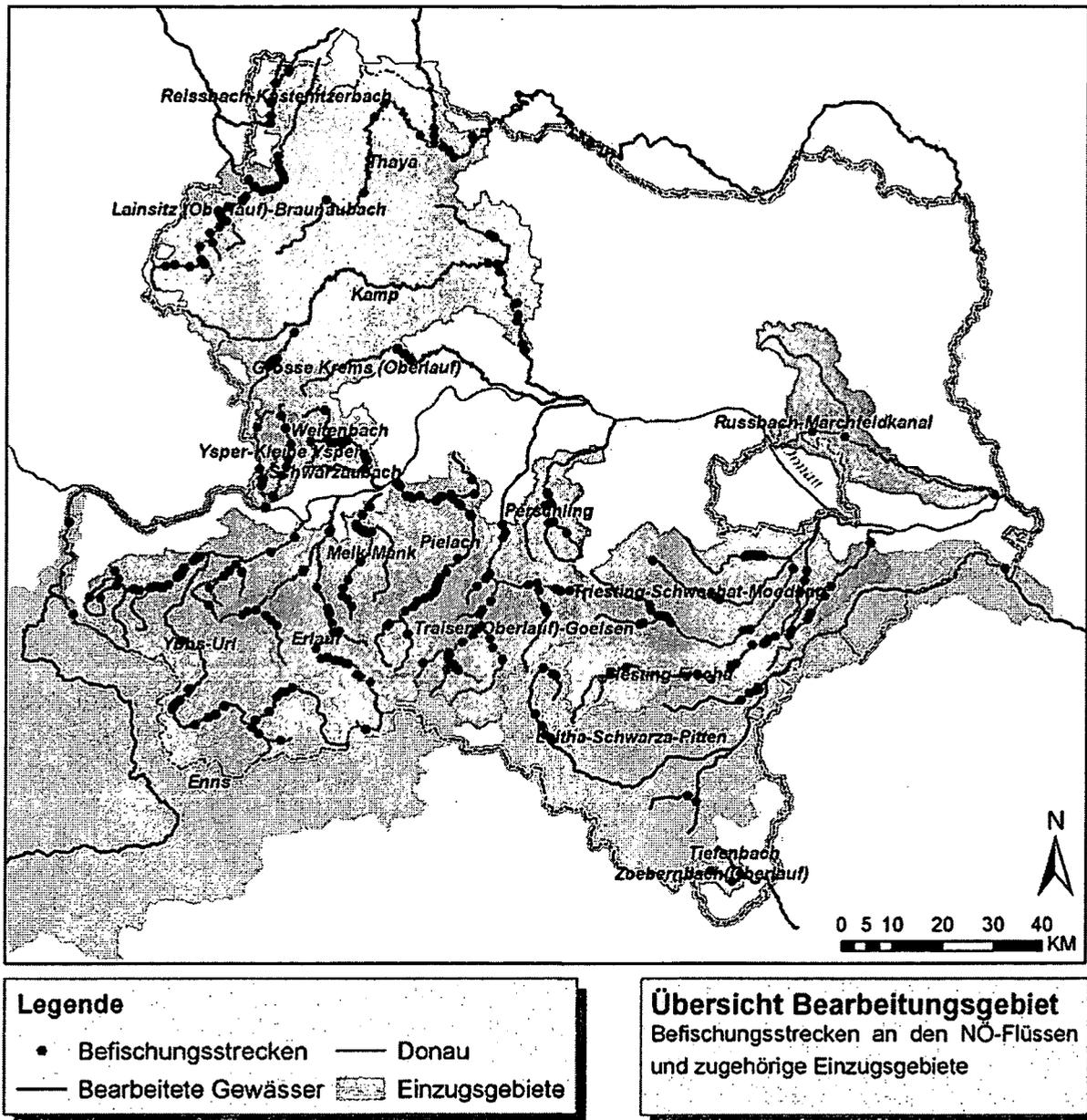


Abbildung 4.1: Übersichtskarte der bearbeiteten Einzugsgebiete und Befischungstrecken

4.3 Kriterien zu Landnutzung im MIRR-Projekt

Dieses Kapitel fasst alle Kriterien zusammen, die, wie in der Aufgabenstellung dieser Arbeit angeführt, für die Befüllung der MIRR-Datenbank ausgewertet werden.

4.3.1 Erweiterte Kriterien MIRR-Projekt

Zwei Kriterien wurden im MIRR-Projekt neu hinzugenommen. Das bedeutet, dass sie in keiner Studie der Literaturrecherche bereits in ähnlicher Weise angewandt wurden.

Hemerobie

Der Hemerobiegrad der Landschaft kann als Parameter im Einzugsgebiet bzw. auch kleineren Scales herangezogen werden, der die Intensität der menschlichen Nutzungen wiedergibt.

Landnutzung bzw. Hemerobie in pot. Auenzone

Die potentielle Auenzone stellt eine wichtige räumliche Ebene in lateraler Beziehung zum Fluss dar. Häufig sind Auen durch Regulierungen von Fluss entkoppelt worden und die neu gewonnenen Flächen in neue Nutzungen überführt worden. Aus diesem Grund sind in der potentiellen Auenzone verbreitet landwirtschaftlich genutzte Flächen und auch Siedlungen zu finden. Mit dem Flächenanteil dieser Nutzungen in diesen Bereichen kann eine Degradation des Flusssystems in Zusammenhang gebracht werden.

4.3.2 Zusammenstellung Kriterienliste Landnutzung

Eine Zusammenstellung von Kriterien in Abstimmung zwischen Literatur und verfügbaren Datengrundlagen (Tabelle 4.3). In Kapitel 3.2 sind die Datengrundlagen und in Kapitel 2 die Literaturbeispiele angeführt und beschrieben.

Tabelle 4.3: MIRR-landuse Kriterien; Abstimmung zw. Literatur und Datengrundlagen

Kriterien MIRR	Anlehnung Literatur	Datengrundlage
Landnutzungsklassen Versiegelte Flächen (3 Klassen), Grünland (3 Kl.), Ackerland (4 Kl.), Wald (3 Kl.)	Land Use, Land Cover Städtische und versiegelte Flächen, Landwirtschaft, Wald (Allan 2004; Wang et al. 2001; McMahon & Cuffney 2000; Lammert & Allan 1999; Allan et al. 1997; Roth et al. 1996; O'Reilly, Jahr unbek.; FitzHugh 2001)	Land Cover SINUS (Wrbka et al. 2003)
Versiegelung (geringer, mittlerer, hoher Versiegelungsgrad) aus LC SINUS	(stormwatercenter.net; Miltner et al. 2004; Morley & Karr 2002; Wang et al. 2001; McMahon & Cuffney 2000; O'Reilly, Jahr unbek.; FitzHugh 2001)	Land Cover SINUS (Wrbka et al. 2003)
Wassergüte	Wasserqualität (stormwatercenter.net 2000, Snyder et al. 2003; O'Reilly, Jahr unbek.; Regetz 2003; Allan et al. 1997; Sutherland et al. 2002)	Digitaler hydrologischer Atlas Österreich – digHAO (BMLFUW 2005)
Bevölkerungsdichte	(Miltner et al. 2004, stormwatercenter.net 2000; O'Reilly, Jahr unbek.; FitzHugh 2001)	Bevölkerungsdichte in Siedlungskörpern des LC SINUS (Hafner, Dipl. Arb. 2006)
Kläranlagen und Punktquellen	(FitzHugh 2001; Miltner et al. 2004)	UBA – Datensatz
Hemerobiegrad		Hemerobie Österreichischer Kulturlandschaften (Wrbka et al. 2003)

Anwendung verschiedener Scales im MIRR-Projekt

Welche Puffer und Scales bereits in unterschiedlichen Studien verwendet wurden, ist der Tabelle 2.3: Zusammenfassung der verschiedenen Scales und Puffergrößen für Landnutzungsanalysen zu entnehmen. In Anlehnung an die Literatur werden für das MIRR-Projekt die longitudinalen Ebenen Einzugsgebiet flussauf, Teileinzugsgebiet (~ zwischen zwei Zubringern), 10km Abschnitt, 5km Abschnitt, 1km Abschnitt und lokaler 150m Abschnitt gewählt. Lateral an die Gewässerachse links und rechts angelegte Puffer werden mit 30m, 50m und 100m abgegrenzt. Weiters kommt noch die direkt anschließende/berührende Landnutzung zum Fluss hinzu (Wichert and Rapport 1998; Wang, Lyons et al. 2001). Neu hinzu kommt die Fläche des potentiellen Auenniveaus. Aus der Kombination aus 6 longitudinalen Ebenen und 5 lateralem Puffer werden für jeden Fischpunkt insgesamt 31 Pufferdimensionen (nicht alle kombiniert, EZG auch ohne laterale Begrenzung) erstellt. Im Kapitel 5.2 Datenabfrage in den Puffern bietet Tabelle 5.1 auf Seite 52 eine Übersicht zu den Kombinationen aus longitudinalen und lateralen Elementen, die für die Auswertungen zur Anwendung kommen. Die methodische Abgrenzung im GIS ist in Kapitel 5.1 detailliert beschrieben.

5 Entwicklung der Methodik (GIS und Datenaufbereitung)

Der Hauptteil der Arbeit enthält die Beschreibung der Arbeitsvorgänge im GIS, den Export der Daten sowie Aufbereitung und Auswertung mit Datenverarbeitungsprogrammen (Excel, Access, SPSS).

5.1 Erstellung Scales / Buffers

Um die Landnutzung im Umland von Flüssen auszuwerten wird mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) der Firma ESRI gearbeitet. Weiters werden GIS-Bearbeitungen wie Distanzberechnungen (z.B. von Kläranlagen), räumliche Abfragen von Daten (z.B. Anzahl Punktquellen im Einzugsgebiet) und Datenverschneidungen durchgeführt.

Abbildung 5.1 veranschaulicht die Arbeitsschritte bei der Erstellung der Scales & Puffer. Ausgehend von den Grundlagendaten werden verschiedene GIS-Tools angewendet, bis am Ende nach mehreren Zwischenergebnissen alle Puffer zu Rasterdaten umgewandelt werden, um im Weiteren die Landnutzungsabfragen und -analysen durchführen zu können.

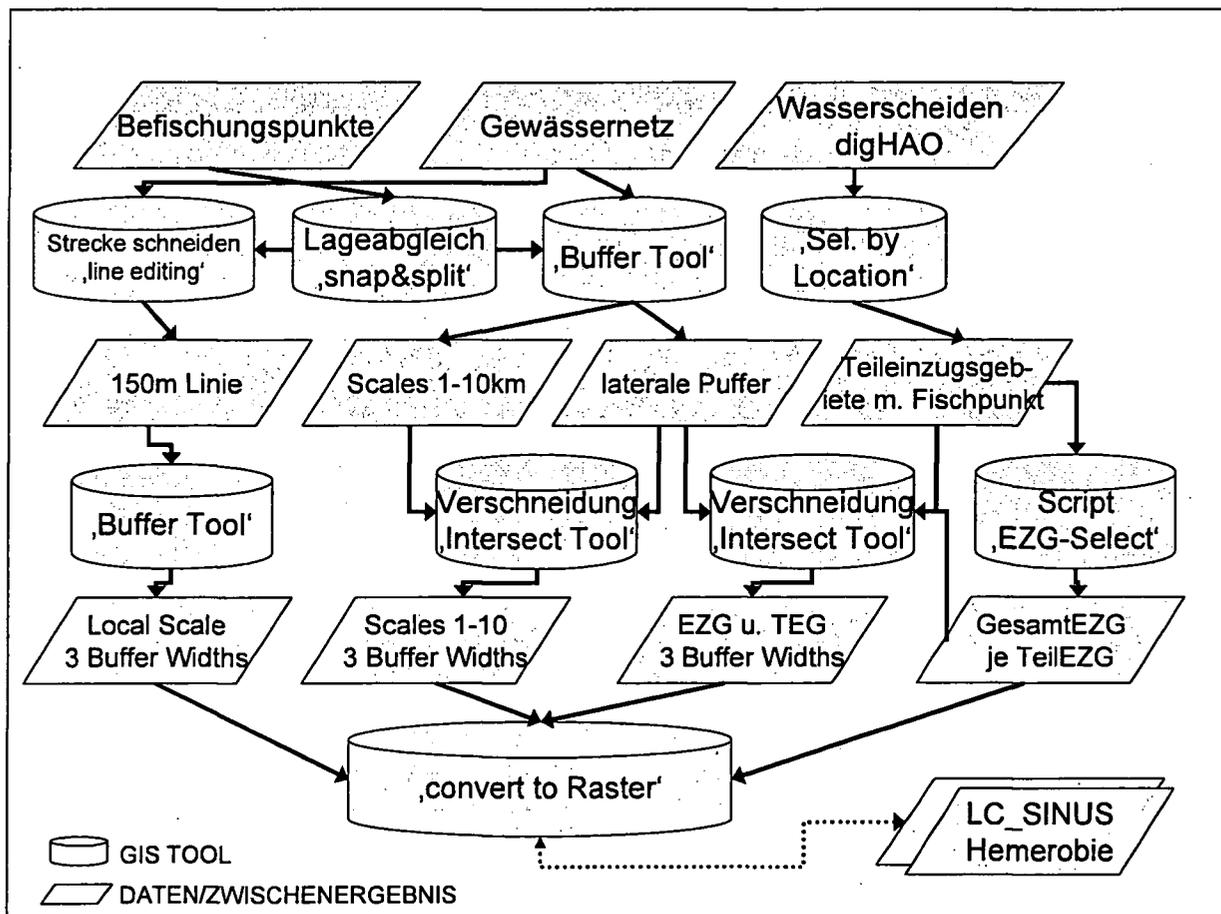


Abbildung 5.1: Übersicht der Arbeitsschritte bei der Puffererstellung; entspricht dem einen Feld 'Räumliche Scales & Puffer' im Workflow (siehe Abbildung 1.1).

5.1.1 Scales – longitudinal

Lokal 150 m - 1000 m - 5000 m - 10.000 m - Teileinzugsgebiet - Gesamteinzugsgebiet

Die Auswertung der Kriterien erfolgt auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen in Bezug auf einen Fischpunkt, wodurch sich der Einfluss der gewählten Kriterien in kleinen Pufferstreifen im unmittelbaren Gewässerumland bis hin zum gesamten Einzugsgebiet aufschlüsseln und ermitteln lässt.

Im Folgenden sind die verwendeten Längspuffer beginnend beim kleinsten hin zum größten angeführt.

5.1.1.1 Local scale - 150m

Auf dieser Ebene wird der lokale Bereich um einen Fischpunkt mit zugehöriger Befischungsstrecke auf einer Streckenlänge von 150 bzw. 250 m ausgewertet, wobei sich der Abschnitt je 75 m bzw. 125 m flussauf und flussab erstreckt (siehe Beispiel in Abbildung 5.2). Der Grund für die Erweiterung der Strecke auf 250 m liegt in der methodischen Bearbeitung, da sich an gewundenen Abschnitten keine eindeutigen Pufferstreifen von 100m je links und rechts der Flussachse ausweisen lassen. Es entstehen Probleme an der Bogeninnenseite, wo sich die normal zur Flussachse gelegten Begrenzungen überschneiden.

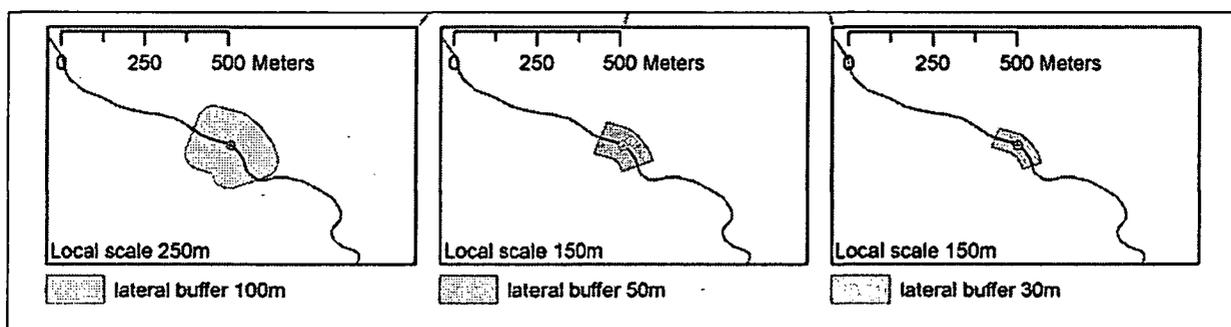


Abbildung 5.2: Beispiel Local Scale 150m an einem Fischpunkt

Methodische Arbeitsschritte:

- Befischungspunkte, die weniger als 125 m voneinander entfernt sind müssen getrennt voneinander bearbeitet werden. Dadurch erfolgt die Bearbeitung in 3 Teilen (Schleifen);
- Schneiden der Gewässerlinie am Fischpunkt (GIS-Erweiterung ‚snap and split program‘),
- Abschneiden von 75 m Stücken je von Beginn und Ende der vorher geschnittenen Linien, (GIS-Erweiterung ‚Line Editing Tool‘ - Befehl ‚Proportion lines‘),
- Aktualisierung der Streckenlängen,

- Auswählen jener Linienstücke, die nun an einem Fischpunkt liegen (Befehl ‚Select by location‘) und daraus das Teilergebn generieren (‚export selected‘),
- Übergabe des Attributs ‚SITE_CODE‘ vom zugehörigen Fischpunkt (‚Spatial Join‘);
- Mit dem Befehl ‚dissolve by SITE_CODE‘ entsteht aus den je zwei 75 m Stücken pro Fischpunkt eine 150 m lange Strecke,
- Erstellen der Puffer 30 m und 50 m an die oben erzeugten 150 m Strecken (Anwendung ‚Buffer‘ aus der ArcToolbox - Analysis Tools - Proximity),
- An den erzeugten 50 m Puffer wird noch ein weiterer 50 m Puffer gelegt, wodurch ein lokaler Puffer der Dimensionen 250 m Länge und 100 m Breite entsteht.

5.1.1.2 Scale 1000, 5000, 10.000 m

Bei diesen räumlichen Skalen werden kreisrunde Puffer mit den Durchmessern 1000 m, 5000 m und 10.000 m (siehe Abbildung 5.3) um die Befischungspunkte erstellt, die für die Auswertung und Analyse der Kriterien in weiteren Schritten noch mit lateralen Pufferstreifen an den Gewässern verschnitten werden (siehe Tabelle 5.1 auf Seite 52). Somit entstehen Pufferstreifen unterschiedlicher Breite entlang der Flüsse, die sich jeweils etwa 500-2500-5000 m flussauf und flussab des Fischpunktes erstrecken. Diese Methodik bringt es mit sich, dass die tatsächliche Flusslänge im Puffer 1000 meist länger als die Pufferweite ist. Die Streckenlänge in gewundenen oder mäandrierenden Abschnitten übersteigt 1 km dann deutlich.

Methodische Arbeitsschritte:

- Erstellung eines Puffers um jeden Fischpunkt mit den Radien 500 m, 2500 m und 5000 m. (ESRI Toolbox - ‚Buffer‘);
- Für die weitere Arbeit müssen diese Puffer in mehrere Teilbearbeitungen aufgeteilt werden, da keine Überlappungen vorkommen dürfen. In Abbildung 5.3 die Puffer noch überlappend dargestellt und müssen in Gruppen ohne Überlappung selektiert werden.

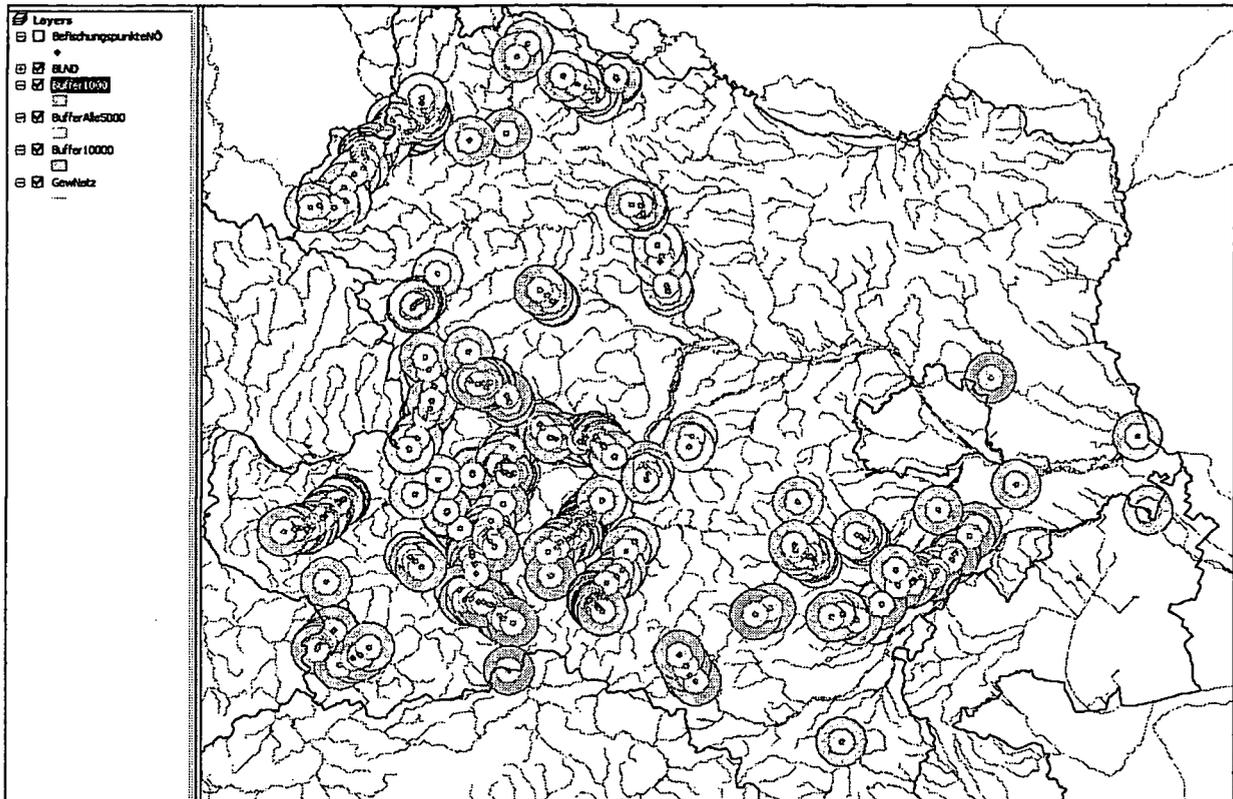


Abbildung 5.3: Kreispuffer 1000, 5000, 10000 m Durchmesser an jeden Fischpunkt

5.1.1.3 Teileinzugsgebiet (Scale TEG)

Im digitalen hydrologischen Atlas für Österreich (digHAO) sind die Einzugsgebiete in Teileinzugsgebiete gegliedert, die in dieser Form auch für die Begrenzung der Skalenebene Teileinzugsgebiet übernommen werden.

Methodische Arbeitsschritte:

- Die Attribute des Teileinzugsgebietes, in das der jeweilige Fischpunkt fällt, werden über eine räumliche Abfrage („spatial join“) zugeordnet;
- Für alle weiteren Auswertungen gilt die 1:n Beziehung zwischen ‚SITE_CODE‘ des Befischungspunktes und ‚HYDROID‘ des Teileinzugsgebietes;
- Probleme ergeben sich an den Staatsgrenzen Ö, wo Teileinzugsgebiete über die Grenzen hinausgehen, aber dafür keine Landnutzungsdaten vorhanden sind.

5.1.1.4 Gesamteinzugsgebiet (Scale GEZ)

Für die Abgrenzung der Gesamteinzugsgebiete werden die Daten des digHAO herangezogen, wo die Einzugsgebietsgröße jeweils bei der Einmündung eines Zubringers angegeben ist. Genutzt werden die Daten, indem eine GIS-Erweiterung mit 2 Funktionen angewandt wird. Erstens werden für jeden Punkt eines Eingangsdatensatzes alle Teilflächen der oberliegenden Teileinzugsgebiete aufsummiert. Zweitens ist mit der Erweiterung an

jeder beliebigen Stelle per Mausklick eine räumliche Selektion jener oberliegenden Teileinzugsgebiete möglich. Die räumliche Erfassungsgenauigkeit des Gesamteinzugsgebietes ist soweit gegeben, als für alle Fischpunkte, die in dasselbe Teileinzugsgebiet fallen, dasselbe Gesamteinzugsgebiet zugewiesen wird.

Bei der Anwendung des ersteren Tools zur Berechnung der Gesamteinzugsgebietsgröße findet sich zusätzlich noch ein interpoliertes Attribut, das die berechnete Einzugsgebietsgröße individuell für jeden Punkt noch schärft. Diese Interpolation erfolgt linear über das Verhältnis Flusslänge im Teileinzugsgebiet zum Abstand des Punktes zum unteren Knoten / Zubringer im Teileinzugsgebiet. Ergebnis des Prozesses ist eine Tabelle im csv-Format.

Methodische Arbeitsschritte:

- Rechnerische Ermittlung des Gesamteinzugsgebietes für jeden einzelnen Fischpunkt ; Anwendung der GIS-Erweiterung in Form eines VB-Scripts,
- Räumliche Selektion der Einzugsgebiete (Skript); mehrere Teilbearbeitungen, um Überlappungen auszuschließen;
- Da jedes Gesamteinzugsgebiet nun aus mehreren Teileinzugsgebieten besteht, wird dieses zu einem Objekt zusammengeführt - Befehl ‚merge‘ unter Beibehaltung der Attribute des untersten Teileinzugsgebietes.

Anm.: einige Fischpunkte liegen im obersten Teileinzugsgebiet, wodurch für die Kriterien TEG und GEZ identische Werte gelten.

5.1.2 Laterale Pufferzonen

„Connected“ - 30 m - 50 m - 100 m - potentielles Auenniveau - gesamtes Teil- bzw. Gesamteinzugsgebiet ohne lateralen Puffer

Die Ebene der lateralen Pufferzonen an Fließgewässern differenziert den Einfluss unmittelbar anschließender, sowie in Puffern bis 100 m links und rechts des Gewässers liegender Nutzungen.

Für die Auswertung von Landnutzungsdaten werden die lateralen Puffer mit den in Kap. 5.1.1 beschriebenen longitudinalen Ebenen verschnitten. Dies ist auch in Tabelle 5.1 übersichtlich dargestellt.

Die erstellten Puffer sind im Folgenden beginnend beim engsten Puffer angeführt.

5.1.2.1 Anschließende Nutzung („connected landuse“)

Dieses Kriterium stellt in gewisser Weise einen Puffer ohne Pufferweite dar, denn hier werden die Daten der unmittelbar von der Gewässerlinie berührten Landnutzung ausgewertet.

Methodische Arbeitsschritte:

- Erstellen eines Ausgangsdatensatzes (Raster), der nur die Pixel entlang der Gewässerlinie enthält (aus SINUS und Hemerobie Landbedeckungsdatensatz mit der Anwendung ‚Extract by Mask‘ aus der ArcToolbox

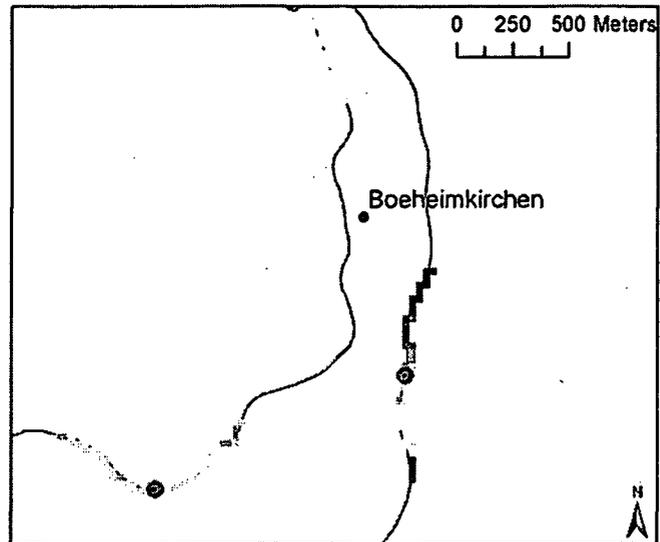


Abbildung 5.4: Beispiel für Extraktion (berührende Pixel) der anschließenden Nutzung; Quelle LBDS-SINUS: (Wrbka, Peterseil et al. 2003).

(Spatial Analyst Tools - Extraction: extracts the cells of a raster, that correspond with the areas defined by a mask layer. Source: ArcGIS Help)

- Auswertung der Landnutzung durch den Befehl ‚combinatorial AND‘ im ‚Raster Calculator‘ (Bsp.: `sinus_connected = lc_sinus_river CAND buffer1000_lat50`)

5.1.2.2 Laterale Puffer 30, 50, 100 m

Hierfür werden verschiedene Puffer je links und rechts an die Gewässerlinie angelegt, worin das Gewässerumland in mehreren Pufferstreifen ausgewertet wird.

Der laterale Puffer 30 m wird hierbei aus einem Puffer 30 m links und einem 30 m rechts des Flusses erstellt und ist somit ein Pufferstreifen von 60m Breite in dessen Mitte die Gewässerachse verläuft. Analog gilt dies auch für den lateralen Puffer 50 m, dessen Gesamtbreite 100 m ausmacht, und für den Puffer 100 m mit insgesamt 200 m Breite.

Die Auswertung findet schließlich in jenen Bereichen statt, die sich aus der Verschneidung der longitudinalen mit den lateralen Puffern ergeben. Dabei wird z.B. der laterale Puffer 30m mit den definierten longitudinalen Puffern (Scales 1000, 5000, 10000 m, Teil- und Gesamteinzugsgebiet) verschnitten. Ein Beispiel für diese Verschneidungen ist in Abbildung 5.5 dargestellt.

Die Bearbeitung des Local Scale 150 m erfolgt etwas abweichend von dieser Vorgehensweise und ist in Kap. 5.1.1.1 beschrieben.

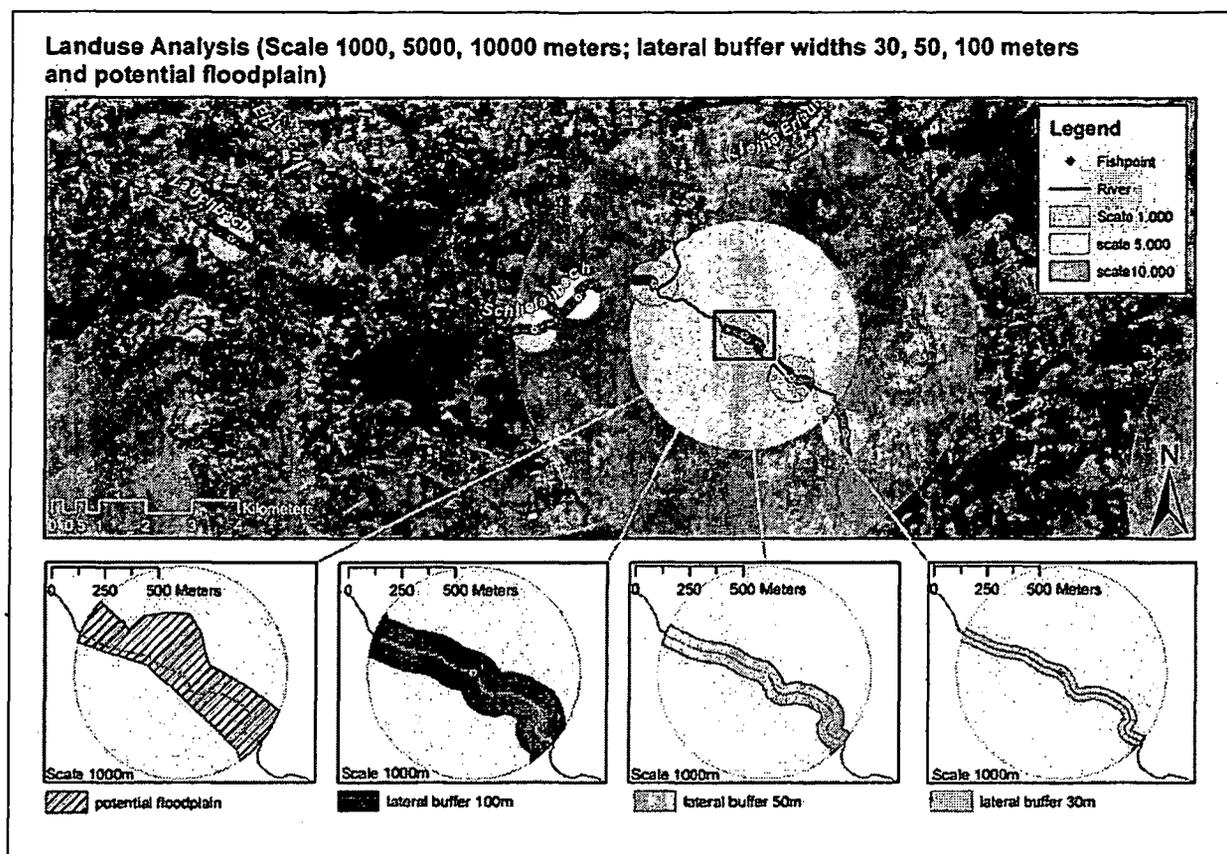


Abbildung 5.5: Beispiel zur Erstellung der lateralen Puffer an einem Fischpunkt; Kartenhintergrund: Satellitenbild Landsat.

Methodische Arbeitsschritte:

- Eingangsdaten: gesamtes Gewässernetz bzw. nur die Gewässer mit Fischpunkten, was als Auswertungsgrundlage für den **Hauptstamm** des Flusses dient („mainstem“),
- Erstellen von je 3 lateralen Puffern an die beiden Eingangsdaten mit der Anwendung ‚Buffer‘ aus der ArcToolbox (Analysis Tools - Proximity),
- Verschneidung mit den longitudinalen Puffern erfolgt mit dem Befehl ‚Intersect‘ der ArcToolbox (Analysis Tools - Overlay).

Anmerkungen:

Geht das untere Ende des longitudinalen Puffers über die Mündung in den nächsten Vorfluter hinaus, so endet die Auswertung an der Mündung. Methodisch wurde dies dadurch gelöst, dass für die Verschneidung nur jener Pufferstreifen des aktuellen Flusses ausgewählt („Select by Location“) wurde, an dem die Befischungstrecke liegt.

5.1.2.3 Potentielles Auenniveau

Nach einer Abgrenzung des potentiell natürlichen Auenniveaus (Muhar, Poppe et al. 2004) aufgrund der Topographie ohne Verbauungen und Regulierungen werden auch diese Flächen mit den longitudinalen Puffern verschnitten und darin die aktuellen Landnutzungen abgefragt. Ein Beispiel für einen Puffer (potentielle Au) im Scale 1000 ist in Abbildung 5.5 zu sehen. Ergebnis der Verschneidung im Scale Einzugsgebiet illustriert Abbildung 5.6.

Methodische Arbeitsschritte

- Verschneidung (Befehl ‚Intersect‘) des potentiellen Auenniveaus mit den longitudinalen Puffern Scale 1000 m, 5000 m, 10.000 m, sowie Teileinzugsgebiet und Gesamteinzugsgebiet.

Landuse Analysis (total catchment, partial catchment and in buffer widths 30, 50, 100 meters + potential floodplain)

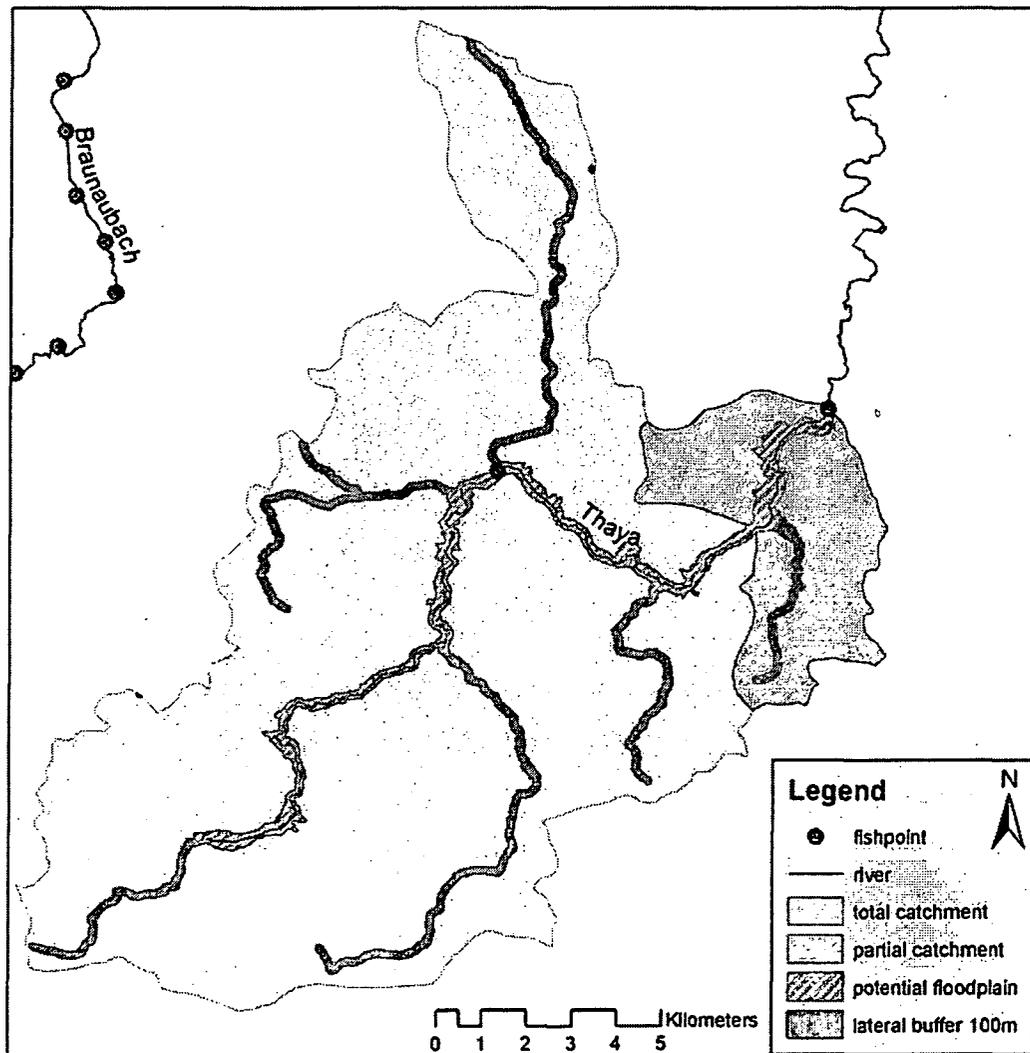


Abbildung 5.6: Die Ebenen Gesamteinzugsgebiet und Teileinzugsgebiet mit lateralen Puffern (100m und potentielle Au); Quellen geographischer Objekte: pot. Au (Muhar, Poppe et al. 2004), EZG-daten (BMLFUW 2005).

5.2 Datenabfrage in den Puffern

Die für jeden Befischungspunkt generierten Gewässerpuffer, die sich aus den oben beschriebenen lateralen und longitudinalen Puffern ergeben, stellen für die weiteren Arbeitsschritte den Bezug der räumlichen Datenabfragen dar.

In Tabelle 5.1 sind die Kombinationen aus lateralen und longitudinalen Puffern, für die die Landnutzungsabfragen durchgeführt werden, zusammenfassend dargestellt. Ohne lateralen Puffer wurden nur das Gesamt- und das Teileinzugsgebiet ausgewertet, da die anderen Ebenen keine thematische Einheit darstellen und ohne laterale Begrenzung nicht in einem logischen Wirkungszusammenhang mit dem Gewässer stehen.

Das potentielle Auenniveau auf dem Local Scale 150 m ist vor allem methodisch schwierig auszuwerten, da besonders in Bereichen mit engeren Flusswindungen kein eindeutiger Puffer bis hin zu den Anschlaglinien des Auenniveaus angelegt werden kann. Nicht eindeutig bedeutet im Detail, dass sich die Ober- und Untergrenze des Puffers, die normal zur Gewässerachse gelegt werden, an der Innenseite des Flussbogens schneiden. Wenn dieser Fall auftritt, dann wird die Operation im GIS abgebrochen und kann nicht durchgeführt werden.

**Tabelle 5.1: Übersicht der Kombinationen aus longitudinalen und lateralen Puffern für Landnutzungs- und Hemerobieabfragen; - bedeutet nicht ausgewertet
grün = Genauigkeitslevel auf HydroID; gelb = individuell für jeden Fischpunkt**

Kombination		lateral						
Tabelle in DB		Ohne lateralen Puffer	pot. Au- fläche	100m	50m	30m	connec- ted	
1LC_SINUS_EZG 2HEMEROBIE_EZG	longitudinal	Gesamt- EZG	<input checked="" type="checkbox"/>					
		Teil- EZG	<input checked="" type="checkbox"/>					
3LC_SINUS_0_10 4Hemerobie_0-10	longitudinal	10 km	-	<input checked="" type="checkbox"/>				
		5 km	-	<input checked="" type="checkbox"/>				
		1 km	-	<input checked="" type="checkbox"/>				
		LOCAL= 0	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

5.2.1 Landnutzung / Landbedeckung bzw. Hemerobie

Für die Auswertung und Bilanzierung von Landnutzung bzw. Hemerobiegrad in den oben beschriebenen räumlichen Scales werden die erstellten Puffer zu Rasterdaten mit 30m Auflösung (entsprechend SINUS-Daten) konvertiert. Die Rasterisierung der Puffer, die nach der Erstellung als Vektordaten vorliegen, geschieht unter Beibehaltung des Attributs ‚SITE_CODE‘. Jedes Pixel der vielen einzelnen Puffer-Rasterdatensätze trägt die Strecken -

Information, um in den weiteren Rasteranalysen und Bilanzierungen jeweils richtig zugeordnet zu werden.

Mit der Operation ‚COMBINATORIAL AND‘ (CAND) im Raster Calculator von ArcGIS werden die rasterisierten Puffer mit den Landnutzungsdaten (SINUS) bzw. Hemerobie überlagert. Ergebnis ist eine Tabelle, deren Primärschlüssel die Kombination aus dem SITE_CODE des Fischpunktes mit den Landnutzungsklassen bildet. Daraus lassen sich zu jedem Fischpunkt die Anteile der Landnutzungsklassen bilanzieren.

GIS-Methodik im Detail

Es sind viele Teilschritte und Schleifen nötig, innerhalb derer Punkt-Pakete verarbeitet werden, deren Puffer sich nicht überschneiden. Für EZG und TEZG ergeben sich insgesamt 20 Pufferabfragen (in Tabelle 5.2 sind diese Puffer beschrieben). Für die EZG-Abfragen mit 5 lateralen Puffern (Potentielle Au, 100m, 50m, 30m und Connected) ist in jeweils 13 Schleifen zu arbeiten, da sich die Einzugsgebiete nicht überlappen dürfen. Zählt man die einzelnen Schritte der Landnutzungsabfrage zusammen, ergeben sich für die 10 Kriterien auf Einzugsgebietsebene 130 Rasteranalysen. Die Einzelschritte können aber in einer Art Stapelverarbeitung in den Raster Calculator eingegeben werden. Ein solches Beispiel, das einfach in einem Text-

Editor zusammengestellt werden kann, ist in Abbildung 5.7 angeführt.

Für die Abfragen im Teileinzugsgebiet sind lediglich 10 Rasterüberlagerungen durchzuführen, da keine Schleifen notwendig sind. Am Scale 10km und 5km sind es über die 5 lateralen Puffer (wie EZG) jeweils 32 Schleifen, also insgesamt 320 Raster-Operationen. Für Scale 1km ergeben sich aus 26 Schleifen gesamt 130 Operationen. Die Auswertungen von 4 Puffern am Local Scale macht noch weitere 12 solcher Analysen aus. In Summe sind es für die Landnutzungsabfragen an 408 Befischungspunkten in Niederösterreich 602 Rasteranalysen.

```

Expressions Raster Calculator
(c) clemens trautwein 19.12.05
total catchment combined with LC-SINUS
CELLSIZE = 15*15 !!
gez_sin_01 = [gez_exp1] cand [lc_sinus]
gez_sin_02 = [gez_exp2] cand [lc_sinus]
gez_sin_03 = [gez_exp3] cand [lc_sinus]
gez_sin_04 = [gez_exp4] cand [lc_sinus]
gez_sin_05 = [gez_exp5] cand [lc_sinus]
gez_sin_06 = [gez_exp6] cand [lc_sinus]
gez_sin_07 = [gez_exp7] cand [lc_sinus]
gez_sin_08 = [gez_exp8] cand [lc_sinus]
gez_sin_10 = [gez_exp10] cand [lc_sinus]
gez_sin_11 = [gez_exp11] cand [lc_sinus]
gez_sin_13 = [gez_exp13] cand [lc_sinus]
gez_sin_14 = [gez_exp14] cand [lc_sinus]
total catchment lateral buffer 100m combined
with LC_SINUS
CELLSIZE = 15*15m
gez_100sin_01 = [gez_lat100_01] cand [lc_sinus]
gez_100sin_02 = [gez_lat100_02] cand [lc_sinus]
gez_100sin_03 = [gez_lat100_03] cand [lc_sinus]
gez_100sin_04 = [gez_lat100_04] cand [lc_sinus]

```

Abbildung 5.7: Beispiel für Stapelverarbeitung von Rasteranalysen im Raster Calculator

Einzelsschritte in jeder Schleife:

- ‚CAND-Operation‘: Überlagerung je eines Puffer-Rasters mit einem Landnutzungsraster ergibt einen neuen Datensatz, der die Kombinationen der Eingangsdaten enthält (Abbildung 5.8);
- ‚Join SITE_CODE‘: um die Information Site_Code als Text aus dem Eingangsraster auch im Ergebnis zu erhalten, muss ein ‚Join‘ über den ‚Value‘ zwischen Input- und Output-Raster hergestellt werden. In Abbildung 5.9 erkennt man, dass die Verknüpfung an die Spalte ‚Noemobuexp01‘ über ‚Value‘ erfolgte;
- ‚Export Attribute Table‘: in der Attribut-Tabelle eines Rasters wird die Anzahl der Pixel pro Wert angegeben (siehe auch Abbildung 5.9). Die Basiseinheit im Abfrageraster bildet die Kombination SITE_CODE mit Landnutzungscode. Diese Tabelle wird mit dem Befehl ‚Export‘ als dbf-Tabelle gespeichert, um später für die Datenbank aufbereitet zu werden.

Schließlich werden die einzelnen Exporte jeder Schleife wieder zu einer Tabelle je Puffergröße zusammengefügt und in die Datenbank eingespeist.

Der Vorgang der Landnutzungsabfragen wird in absolut analoger Form auch mit dem Hemerobie-Datensatz durchgeführt. Also auch hier sind noch einmal 602 Rasteroperationen notwendig, um 19 Kriterien abzufragen.

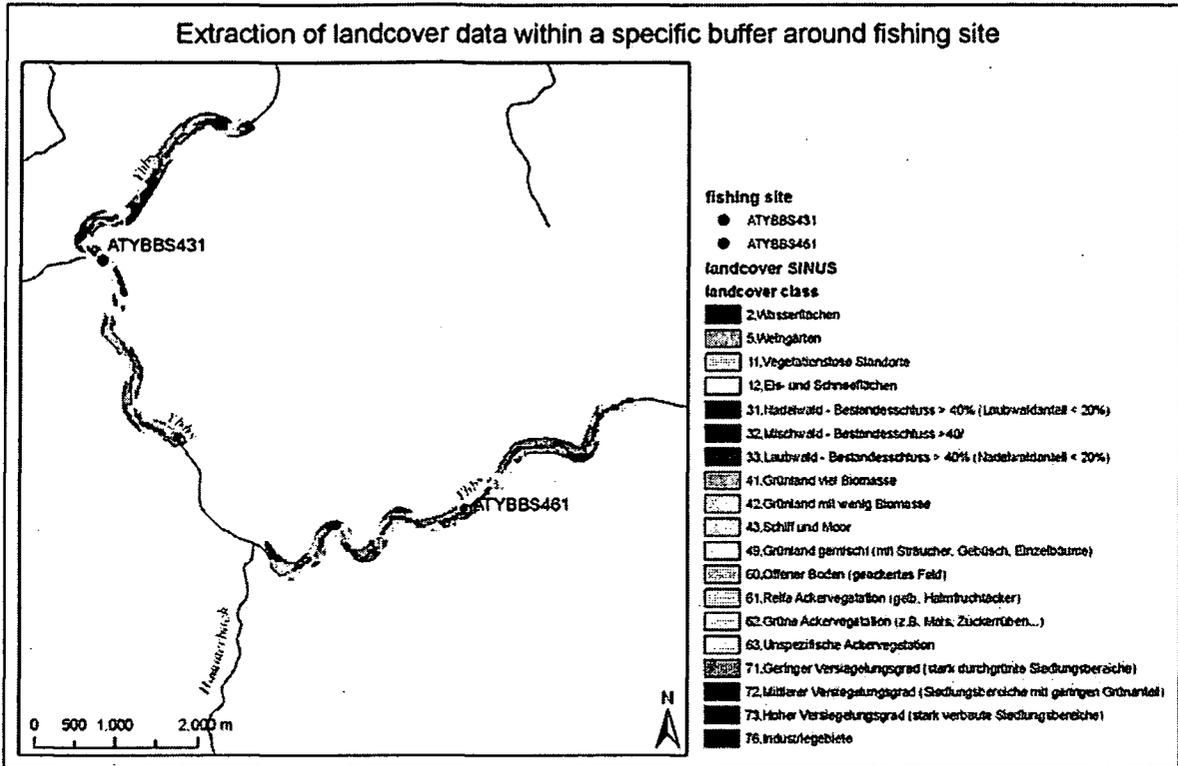


Abbildung 5.8: Ergebnis einer Rasterüberlagerung von Puffer und Landbedeckungsdatensatz; Quelle LBDS: (Wrbka, Peterseil et al. 2003)

Attributes of n5_100_01sinu

ObjectID	Value	Site_code	Lc_sinus	Count	Hoemobuexp01	Value	ObjectID	Count
404	404	ATYBBS431	32	565	38	38	37	5386
405	405	ATYBBS431	31	869	38	38	37	5386
406	406	ATYBBS431	49	1595	38	38	37	5386
407	407	ATYBBS431	33	658	38	38	37	5386
408	408	ATYBBS431	2	24	38	38	37	5386
409	409	ATYBBS431	63	356	38	38	37	5386
410	410	ATYBBS431	41	535	38	38	37	5386
411	411	ATYBBS431	62	88	38	38	37	5386
414	414	ATYBBS431	90	80	38	38	37	5386
421	421	ATYBBS431	61	43	38	38	37	5386
423	423	ATYBBS431	11	20	38	38	37	5386
425	425	ATYBBS431	71	215	38	38	37	5386
432	432	ATYBBS431	42	111	38	38	37	5386
427	427	ATYBBS461	49	1701	39	39	38	5402
428	428	ATYBBS461	31	634	39	39	38	5402
429	429	ATYBBS461	63	27	39	39	38	5402
430	430	ATYBBS461	62	358	39	39	38	5402
431	431	ATYBBS461	33	914	39	39	38	5402
433	433	ATYBBS461	32	489	39	39	38	5402
434	434	ATYBBS461	41	690	39	39	38	5402
435	435	ATYBBS461	90	114	39	39	38	5402
438	438	ATYBBS461	71	283	39	39	38	5402
439	439	ATYBBS461	42	32	39	39	38	5402

Record 14 | 0 | Show: All Selected | Records (0 out of 456 Selected) | Options

Abbildung 5.9: Screenshot einer Raster-Attribut-Tabelle eines 5km langen und 100m breiten Puffers; das Ergebnis der Landnutzungsabfrage ist blau markiert; es gibt die Anzahl (Count) der Pixel je Landnutzungsklasse (Lc_sinus) für jeden Fischpunkt wieder.

Tabelle 5.2: Auswertung der Landnutzung in den Puffern Gesamt- und Teileinzugsgebiet jeweils am Hauptstrang und alle oberliegenden Gewässer mit den definierten lateralen Puffern.

L LC SINUS EZG (Gesamteinzugsgebiet und Teileinzugsgebiet)			
Datenbankname:	Kriterium	Einheit	Umrechnung
PX_EZG_ALL	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet	Pixel (Size 30*30m)	auf m ² umzurechnen und dann auf %, oder direkt %
PX_EZG_POFL	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; lat. Puffer bis pot. Auenniveau	Pixel (Size 30*30m)	
PX_EZG_100	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; je 100m lat. Puffer; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 15*15m)	
PX_EZG_100MST	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; je 100m lat. Puffer; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 15*15m)	
PX_EZG_50	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; je 50mlat. Puffer; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 15*15m)	
PX_EZG_50MST	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; je 50mlat. Puffer; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 15*15m)	
PX_EZG_30	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; je 30m lat. Puffer; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 15*15m)	
PX_EZG_30MST	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; je 30m lat. Puffer; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 15*15m)	
PX_EZG_CONN	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; connected landuse; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 30*30m)	
PX_EZG_CONN_MST	Landnutzung im Gesamteinzugsgebiet; connected landuse; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 30*30m)	
PX_TEG_ALL	Landnutzung im Teileinzugsgebiet	Pixel (Size 30*30m)	auf m ² umzurechnen und dann auf %, oder direkt %
PX_TEG_POFL	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; lat. Puffer bis pot. Auenniveau	Pixel (Size 30*30m)	
PX_TEG_100	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; je 100m lat. Puffer; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 15*15m)	
PX_TEG_100MST	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; je 100m lat. Puffer; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 15*15m)	
PX_TEG_50	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; je 50mlat. Puffer; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 15*15m)	
PX_TEG_50MST	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; je 50mlat. Puffer; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 15*15m)	
PX_TEG_30	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; je 30m lat. Puffer; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 15*15m)	
PX_TEG_30MST	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; je 30m lat. Puffer; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 15*15m)	auf % je Klasse
PX_TEG_CONN	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; connected landuse; gesamtes Gew. Netz	Pixel (Size 30*30m)	
PX_TEG_CONN-MST	Landnutzung im Teileinzugsgebiet; connected landuse; nur Hauptstrang (mainstem)	Pixel (Size 30*30m)	

Tabelle 5.3: Auswertung der Landnutzung in den Puffern Local, 1km, 5km, 10km mit den definierten lateralen Puffern

L LC SINUS 0 10 (Local, 1km, 5km, 10km)			
Datenbankname	Kriterium	Einheit	Umrechnung
SIN PX 10 POFL	10km longitudinal Puffer; lateraler Puffer bis potenzielles Auenniveau	Pixel (Size 30*30m)	auf m ² umzurechnen und dann auf %, oder direkt %
SIN PX 10 100	10km longitudinal Puffer; je 100m lateraler Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 10 50	10km long. Puffer; je 50m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 10 30	10km long. Puffer; je 30m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 10 CONN	10km long. Puffer; connected landuse	Pixel (Size 30*30m)	auf % je Klasse
SIN PX 5 POFL	5km longitudinal Puffer; lateraler Puffer bis potenzielles Auenniveau	Pixel (Size 30*30m)	auf m ² umzurechnen und dann auf %, oder direkt %
SIN PX 5 100	5km longitudinal Puffer; je 100m lateraler Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 5 50	5km long. Puffer; je 50m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 5 30	5km long. Puffer; je 30m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 5 CONN	5km long. Puffer; connected landuse	Pixel (Size 30*30m)	auf % je Klasse
SIN PX 1 POFL	1km longitudinal Puffer; lateraler Puffer bis potenzielles Auenniveau	Pixel (Size 30*30m)	auf m ² umzurechnen und dann auf %, oder direkt %
SIN PX 1 100	1km longitudinal Puffer; je 100m lateraler Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 1 50	1km long. Puffer; je 50m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 1 30	1km long. Puffer; je 30m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX 1 CONN	1km long. Puffer; connected landuse	Pixel (Size 30*30m)	auf % je Klasse
SIN PX loc 100	250m longitudinal Puffer; je 100m lateraler Puffer	Pixel (Size 15*15m)	auf m ² umzurechnen und dann auf %, oder direkt %
SIN PX loc 50	150m long. Puffer; je 50m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX loc 30	150m long. Puffer; je 30m lat. Puffer	Pixel (Size 15*15m)	
SIN PX LOC CONN	150m long. Puffer; connected landuse	Pixel (Size 30*30m)	

5.2.2 Bevölkerungsdichte im Einzugsgebiet

Die Abfrage von Bevölkerungsdaten erfolgte nur auf den räumlichen Ebenen des Gesamteinzugsgebietes und des Teileinzugsgebietes. Aus dem in Kap. 3.2.4 beschriebenen Bevölkerungsdatensatz konnten die Kriterien Summe der Einwohner und besiedelte Fläche im EZG/TEG gewonnen werden (siehe Tabelle 5.4).

Tabelle 5.4: ausgewertete Kriterien für Bevölkerungsichte

Datenbankname	Kriterium	Einheit
TEG_SUM-POP	Summe Einwohner in Teileinzugsgebiet	EW
TEG_POP_DENS	Einwohnerdichte im Teileinzugsgebiet	EW/km ²
TEG_PX_MEAN_POP	durchschn. Anzahl EW pro Siedlungspixel (30*30m) im Teileinzugsgebiet	EW/900m ²
TEG_AREA_POP	besiedelte Fläche im Teileinzugsgebiet	m ²
EZG_SUM_POP	Summe Einwohner im Gesamteinzugsgebiet	EW
EZG_PX_MEAN_POP	durchschn. Anzahl EW pro Siedlungspixel (30*30m) im Gesamteinzugsgebiet	EW/900m ²
EZG_AREA_POP	besiedelte Fläche im Gesamteinzugsgebiet	m ²

Mit der GIS-Anwendung ‚Zonal Statistics as a Table‘, die in der ESRI Toolbox unter Spatial Analyst Tools - Zonal zu finden ist, können Werte eines Rasters innerhalb von definierten Zonen eines anderen Datensatzes summiert und statistisch ausgewertet werden. In diesem Fall werden die Einwohnerwerte des aufbereiteten Bevölkerungsrasters innerhalb des EZG und TEG verarbeitet. Auch bei dieser Anwendung dürfen keine Überlappungen der Zonen / Puffer vorkommen, was für diese Bearbeitung insgesamt 14 Schleifen notwendig macht.

Eingangsparameter sind:

- Zonal Field = HYDROID des Teil- bzw. Gesamteinzugsgebietes (Vektordaten),
- Value Raster = pop_dens900 (erzeugtes Grid),
- Output table = GEZ_exp1-14.dbf (Teilergebnisse als dbf-Tabellen).

Abschließend werden die Teilergebnisse in eine Liste zusammengeführt.

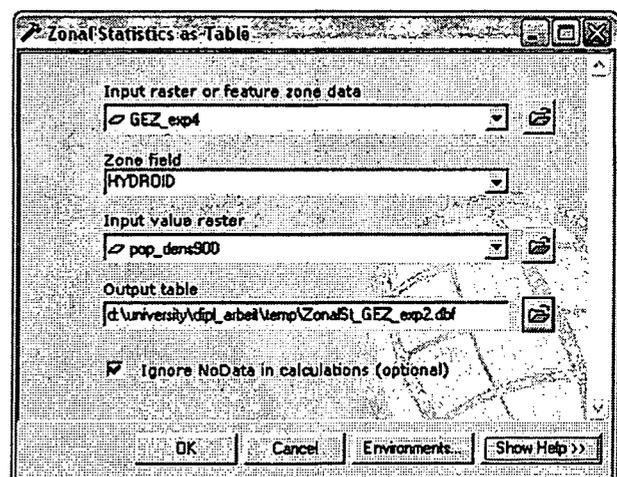


Abbildung 5.10: GIS-Anwendung 'Zonal Statistics as a Table' summiert Einwohnerzahlen im Einzugsgebiet

5.2.3 Punktquellen

Die Datensätze zu Punktquellen und Kläranlagen des UBA werden hinsichtlich Anzahl, Distanz und Ausbaupkapazität flussauf des Befischungspunktes ausgewertet. Die Kriterien sind im Detail in Tabelle 5.5 beschrieben.

Tabelle 5.5: ausgewertete Kriterien für Kläranlagen und Punktquellen

Datenbankname	Kriterium	Einheit
COUNT_SEWA	Anzahl Kläranlagen flussauf	N
SUM_KAPA_U	Summe der Ausbaupkapazitäten der Kläranlagen flussauf	EW60
NEXT_SEWG	ID der nächsten Kläranlage flussauf (aus Kläranlagendatenbank BUND)	
NAME_SWG	Bezeichnung der nächsten Kläranlage flussauf	
KAPA_NEXT	Ausbaupkapazität der nächsten Kläranlage flussauf	EW60
dist_nxtSWP	Entfernung zur nächsten Kläranlage	M
COUNT_POIN	Anzahl Punktquellen flussauf	N
next_PS_CODE	ID der nächsten Punktquelle flussauf	
dist_nxtPS	Entfernung zur nächsten Punktquelle	M

Anzahl Punktquellen flussauf

Abfrage von Anzahl Punktquellen und Kläranlagen, sowie Summe Ausbaupkapazität flussauf erfolgt über ein ‚Spatial Join‘ (räumliche Attributübergabe) an die Gesamteinzugsgebiete mit der Option ‚summarize attributes‘. Hier sind keine wiederholten Arbeitsschritte notwendig, weil Überlappungen korrekt ausgewertet werden. Bei dieser Operation werden alle numerischen Attribute (Ausbaupkapazität) jener Punkte, die in das Polygon (= Einzugsgebiet) fallen, summiert und die Anzahl der Fälle angegeben. In Abbildung 5.11 ist das Ergebnis an einem graphischen Beispiel dargestellt. Manuelle Nachbesserung ist dort notwendig, wo im untersten Teileinzugsgebiet eine Kläranlage bzw. Punktquelle noch unterhalb des Befischungspunktes liegt. Denn wie in Kap. 5.1.1.4 beschrieben, sind die Einzugsgebiete nur auf Teileinzugsgebietsebene abgegrenzt. Dann muss die Anzahl der flussauf liegenden Punkte und die Summe der Ausbaupkapazitäten entsprechend reduziert werden.

Sewageplants and point sources upstream of fishpoints

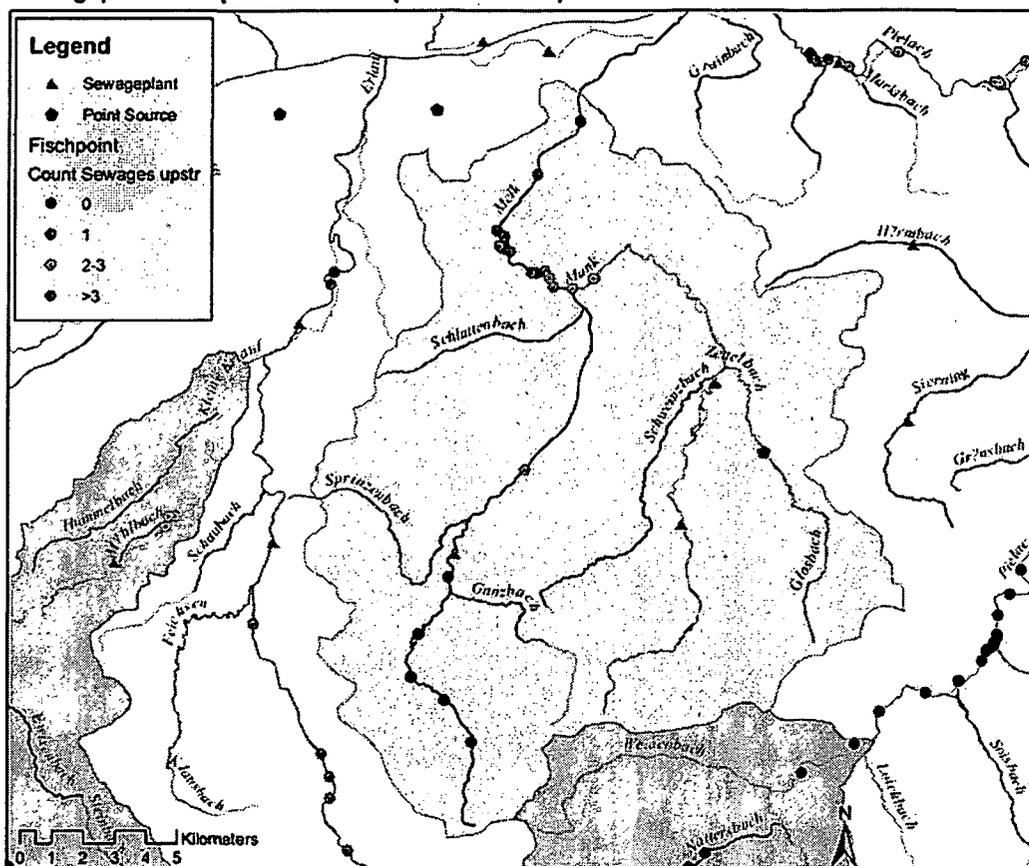


Abbildung 5.11: Auswertung und Darstellung Anzahl Punktquellen/Kläranlagen flussauf Befischungspunkt

Distanz zur nächsten Punktquelle

Um die Distanz zur nächsten Punktquelle / Kläranlage zu bestimmen, muss zuerst manuell jedem Fischpunkt der Code des flussauf liegenden Einleiters zugewiesen werden. Dann kann die Distanz über die Differenz der Flusskilometer am Fischpunkt zum Einleiter errechnet werden. Mit dieser Beziehung kann auch das Kriterium „Summe Ausbaupazität nächste Kläranlage“ abgefragt werden.

- manuelle Zuweisung der Codes,
- ‚Locate Features along Routes‘ (Toolbox - Linear Referencing Tools),
- Differenz über die Beziehung Fischpunkt - nächster Einleiter berechnen.

5.2.4 Gewässergüte

Bestimmung der Gewässergüte zu den Zeitschnitten 1966, 1988, 1998 und 2001 erfolgt ebenfalls mit einem ‚Spatial Join‘ (räumliche Attributübergabe) von Daten aus dem digitalen hydrologischen Atlas (Linien) zu den Fischpunkten. Die abgefragten Attribute sind in Tabelle 5.6 angeführt.

Tabelle 5.6: ausgewertete Kriterien für Gewässergüte

Datenbankname	Kriterium	Einheit
GUT2001	Gewässergüteklasse im Jahr 2001	numerisch
GUETE01	Gewässergüteklasse im Jahr 2001	römisch
GUT1998	Gewässergüteklasse im Jahr 1998	numerisch
GUETE98	Gewässergüteklasse im Jahr 1998	römisch
GUT1988	Gewässergüteklasse im Jahr 1988	numerisch
GUETE88	Gewässergüteklasse im Jahr 1988	römisch
GUT1966	Gewässergüteklasse im Jahr 1966	numerisch
GUETE66	Gewässergüteklasse im Jahr 1966	römisch
GUTLENGTH_01	Länge des zugehörigen Waterbody 2001	M
GUTLENGTH_98	Länge des zugehörigen Waterbody 1998	M
GUTLENGTH_88	Länge des zugehörigen Waterbody 1988	M
GUTLENGTH_66	Länge des zugehörigen Waterbody 1966	M

5.3 Datenbank

Dieses Kapitel beschreibt die Datenstruktur auf konzeptioneller Ebene, in einem Entity Relationship Modell, und auch auf der logisch-physischen Ebene (Speicherstruktur einer Datenbank).

Die Verteilung der Daten von verschiedenen Landnutzungen innerhalb mehrerer Scales zu individuellen Fischpunkten werden durch beschreibende Statistik dargestellt.

5.3.1 ER-Modell

Ein konzeptionelles Datenmodell lässt sich mit Hilfe der Sprache des Entity-Relationship-Modells (ERM) beschreiben und in einem Entity-Relationship-Diagramm darstellen (Jarosch 2003). Es werden nicht die konkreten Daten wiedergegeben, die in der Datenbank gespeichert werden, sondern lediglich die Struktur der Daten und deren Beziehungen untereinander. Peter Chen publizierte bereits im Jahr 1976 dieses Modell von Entitäten und Beziehungen, mit dem ein Ausschnitt der Realität beschrieben werden kann (Chen 1976).

Das konzeptionelle Datenmodell für die Daten der vorliegenden Arbeit ist in Abbildung 5.12 in Form eines Entity-Relationship Diagramms dargestellt.

Zentraler Entitätstyp stellt die Befischungstrecke [P] mit dem identifizierenden Attribut (Primärschlüssel) „SITE_CODE“ dar, welches wichtigster und einziger Anknüpfungspunkt zur MIRR-Datenbank ist. Die Entitätstypen [SIN], [HEM], [POP], [SRC], [QU] sind Eingriffsdaten und stehen entweder in direkter Beziehung mit [P] oder die Beziehung läuft über einen definierten Puffer ([EZG], [LAT], [LON], [BUF]).

Die Kardinalitäten der Beziehungen sind in dem einfachen Schema (1:1, 1:n, n:m) ohne der genaueren Angabe von (min; max) Kardinalitäten dargestellt. Die n:1 - Beziehung [P] zu [QU] bedeutet z.B., dass jede Befischungstrecke [P] an (höchstens) einem Segment des Gütebandes [QU] liegen kann. Umgekehrt gilt für [QU], dass an einem Segment mehrere (n) Punkte liegen können.

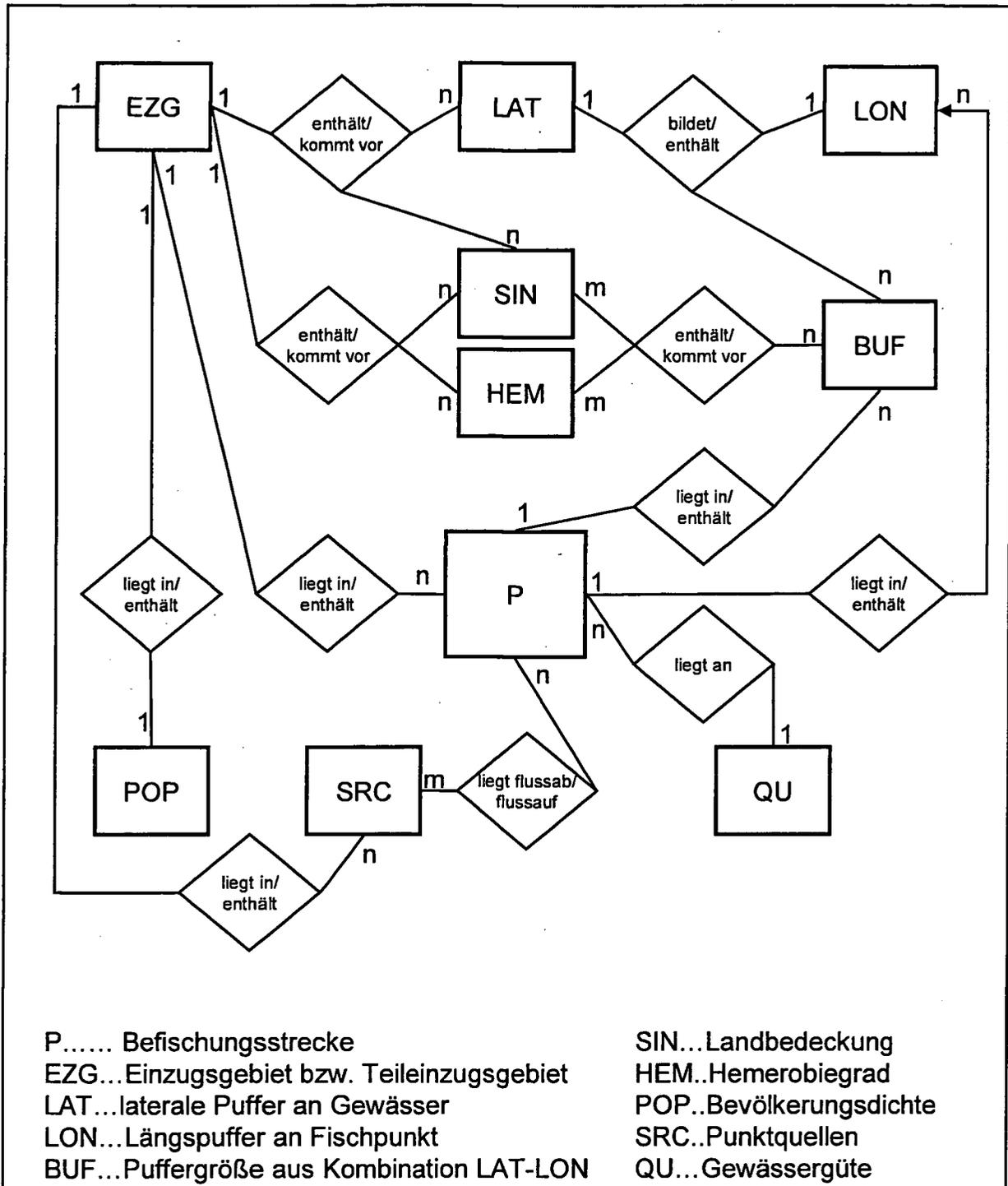


Abbildung 5.12: Entity-Relation-Diagramm der Landnutzungsvariablen

5.3.2 Physische Datenabspeicherung

Die Ergebnisse der GIS-Abfragen werden in einer Microsoft Access Datenbank zusammengeführt und abgespeichert. Die Daten werden dadurch physisch von den geographischen Informationen getrennt, stehen aber über den Schlüssel SITE_CODE noch in einem verknüpfbaren Zusammenhang.

Die Daten sind einerseits in thematisch differenzierten Tabellen (Landnutzung, Kläranlagen, etc.) strukturiert und andererseits in logisch getrennten Tabellen aufgrund der Dateneigenschaften (Einzugsgebietsniveau). Die Basis bildet die Tabelle ‚HYDROID_SITECODE‘, welche alle 408 Fälle der Fischbeprobungsstellen enthält (vgl. Abbildung 5.13). Weiters gibt es noch 2 Hilfstabellen mit verbalen Beschreibungen für die Codierungen der Landnutzungskategorien und der Hemerobiestufen. Die Beschreibung von Codes in einer kleinen ergänzenden Tabelle wird im GIS-Fachjargon häufig als „Lookup Table“ bezeichnet, weil die Datenbank für den Benutzer die semantische Bedeutung eines Codes „nachschauf“.

Der Primärschlüssel in der Tabelle LC_SINUS_0_10 (siehe Abbildung 5.13) setzt sich aus dem SITE_CODE der Befischungsstelle und einem Landnutzungscode zusammen. In den weiteren Spalten ist für jede Puffergröße die Anzahl der Pixel angegeben. Wenn eine Landnutzungskategorie in einem kleineren Puffer nicht mehr vorkommt, dann gibt es auch leere Felder in der Tabelle. Dieses Prinzip wird analog in der Tabelle für Hemerobie verfolgt. In den Tabellen mit Landnutzungs- und Hemerobiedaten für Einzugsgebiet und Teileinzugsgebiet bildet die oben beschriebene HYDROID zusammen mit einem Landnutzungs- bzw. Hemerobiecode den Primärschlüssel. Auch hier ist die Anzahl der Pixel je Puffergröße abgespeichert.

In der Tabelle SEWAGE, deren Schlüssel wiederum SITE_CODE heißt, sind je Fischpunkt Informationen bezüglich Kläranlagen und Punktquellen enthalten.

Die Daten zu Bevölkerungsdichten im Einzugsgebiet und Teileinzugsgebiet sind in der Tabelle POPULATION mit dem Schlüssel HYDROID gespeichert.

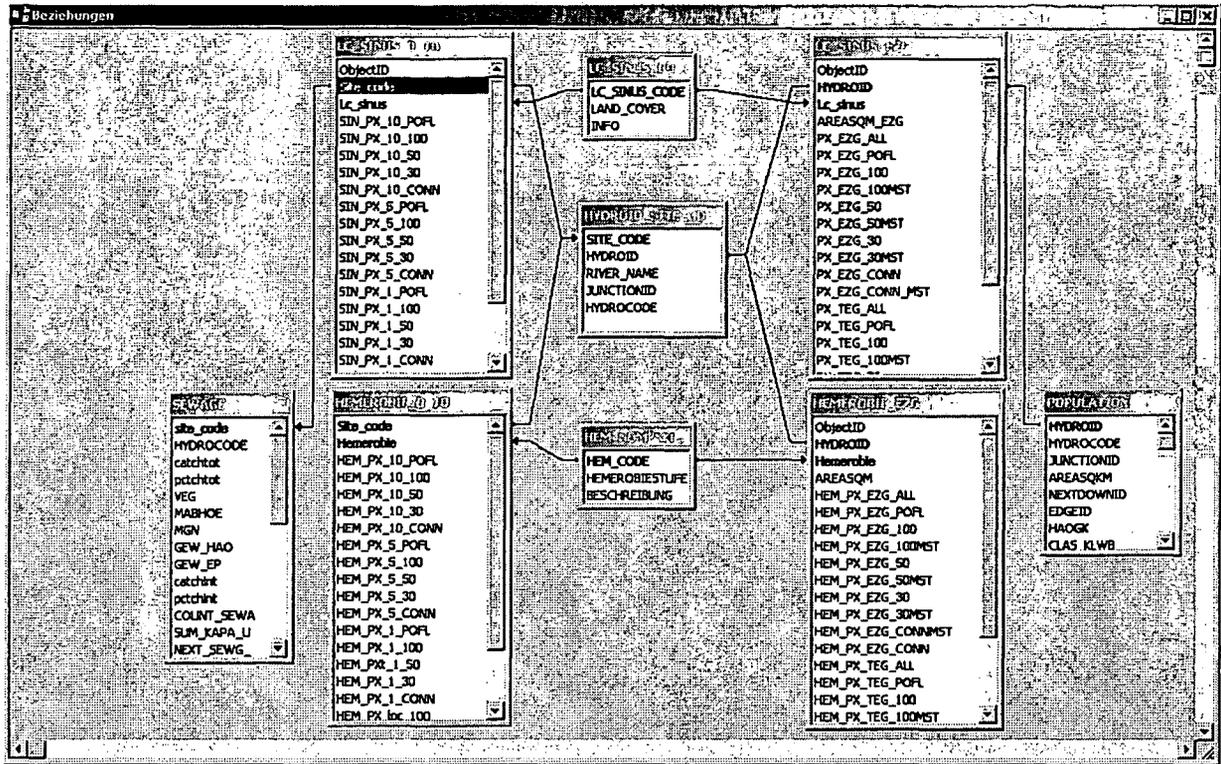


Abbildung 5.13: Darstellung der Beziehungen zwischen den Tabellen in der Datenbank "Landuse".

Alle Variablen der hier Beschriebenen Tabellen sind in Kapitel 5.2 Datenabfrage in den Puffern ab Seite 52 vollständig aufgelistet und beschrieben.

5.3.3 Beschreibende Statistik

Zur Darstellung wie die Landnutzungen in verschiedenen Scales verteilt sind werden Boxplots der Prozentanteile erstellt. Die Landnutzungskategorien des SINUS-Landbedeckungsdatensatzes werden auf 5 Klassen aggregiert, indem die Summen aus den Pixels der beitragenden Klassen gebildet werden. Wie auch aus der Tabelle 5.7 hervorgeht, wird Klasse 1 von den drei Wald-Kategorien (Nadel-, Laub-, Mischwald) gebildet; Klasse 2 beinhaltet Grünland (Grünland gemischt, Grünland wenig Biomasse); Klasse 3 fasst Kategorien für intensiviert Landwirtschaft zusammen (Äcker, Grünland viel Biomasse) und in Klasse 4 sind Flächen unterschiedlicher Versiegelungsgrade enthalten (gering, mittel, hoch). Die übrigen Kategorien fallen in die Klasse „Sonstige“, die aber in Summe nicht sehr bedeutende Anteile ausmacht. Es sind dies vegetationsfreie Standorte, Eis- und Schneeflächen, aber auch Fehler im Datensatz (Zurückweisung, Schatten, Wolken).

Tabelle 5.7: Klassifizierung der Landnutzungskategorien des LC-SINUS zu 5 aggregierten Klassen

Klassifizierung	LC_Code	Landbedeckung	Zusatzinformation
1 Wald	31	Nadelwald	Laubwaldanteil < 20%
	32	Mischwald	Bestandesschluss > 40%
	33	Laubwald	Nadelwald < 20%
2 Grünland	42	Grünland wenig Biomasse	
	49	Grünland gemischt	Grünland, Vorkommen von Sträuchern, Gebüsch, Einzelbäumen
3 Landwirtschaft intensiviert	41	Grünland viel Biomasse	
	60	Offener Boden	geackertes Feld
	61	reife Ackervegetation	meist Halmfruchtäcker
	62	grüne Ackervegetation	z.B. Mais, Zuckerrüben
	63	Unspez. Ackervegetation	meist Mischung reifer und grüner Ackervegetation
4 Versiegelung	5	Weingärten, Obstplantagen	
	71	geringer Versiegelungsgrad	stark durchgrünte Siedlungsbereiche
	72	mittlerer Versiegelungsgrad	Siedlungsber. mit geringem Grünanteil
	73	hoher Versiegelungsgrad	stark verbaut, z.B. Stadtkerne
5 Sonstige		Sonstige Kategorien	LC_Codes: 2, 11, 12, 90, 98, 99

5.3.3.1 Landnutzungsanteile in potentieller Auenzone

Anteile unterschiedlicher Landnutzungen im Bereich der potentiellen Auenzone, betrachtet auf mehreren räumlichen Ebenen

In Abbildung 5.14 sind Boxplots für verschiedene Landnutzungen in der potentiellen Auenzone gezeichnet. Eine Abgrenzung der pot. Auenzone und somit Auswertung der Klassen ist für ca. 370 Fälle vorhanden (N für „ezgpofl“ =441, „teg-pofl“=438, „10pofl“=375, „5pofl“=366 und „1pofl“=360).

Die Prozentanteile an Wald sind im gesamten Einzugsgebiet (ezgall_sin1) im Allgemeinen höher als wenn nur die Flächen in der potentiellen Au (pofl) auf verschiedenen Scales in Betracht gezogen werden. Der Median für Waldanteil im gesamten Einzugsgebiet liegt etwa bei 56% und sinkt bei Beschränkung auf die potentielle Auenzone (ezgpofl_sin1) auf ca. 25%. In diesen Bereich fallen auch die Medianwerte für kleinere Scales in potentieller Auenzone (10pofl_sin1, 5pofl_sin1, 1pofl_sin1)

Für Anteile von Grünland zeigt sich, dass dieses im Gesamteinzugsgebiet (ezgall_sin2) in kleineren Anteilen vorkommt als in der potentiellen Au. 50% der Fälle haben im Einzugsgebiet Grünlandanteile zwischen ca. 10 und 22% (Median 19%). Im Unterschied dazu liegen diese Werte für potentielle Au im EZG zwischen 20 und 35% (Median 30%) und sind für die Scales 10km und 5km sehr ähnlich. Am kleineren 1km-Scale zeigt sich eine etwas breitere Streuung der Anteile.

Die Lage der Verteilungen von Anteil intensiver landwirtschaftlicher Flächen ist für Gesamteinzugsgebiet (ezgall_sin3) etwas geringer als für potentielle Au im EZG (ezgpofl_sin3), 10km (10pofl_sin3), 5km (5pofl_sin3), 1km (1pofl_sin3). Der Medianwert liegt für gesamt EZG bei ca. 17%, ansonsten bei etwa 20%.

Der Gesamtanteil an versiegelten Flächen ist im Gesamteinzugsgebiet sehr gering - nur wenige Prozent („ezgall_sin4“, Abbildung 5.14). Bei lateraler Beschränkung auf die potentielle Auenzone steigen diese Werte für alle anderen Scales an. 50% der Fälle haben in der pot. Au flussauf im gesamten EZG Anteile an versiegelten Flächen zwischen ca. 5 und 10%. Auf kürzeren Scales gehen die Werte etwas zurück. Es gibt aber sehr viele Ausreißer und Extremwerte mit sehr hohen Anteilen an Versiegelung.

Landwirtschaftliche Nutzungen (Grünland, LW intensiv) sind in Summe also sehr stark in den Bereichen der potentiellen Auenzonen vertreten. Waldanteile werden für die Hälfte der Beprobungsstellen auf Werte kleiner 45% zurückgedrängt.

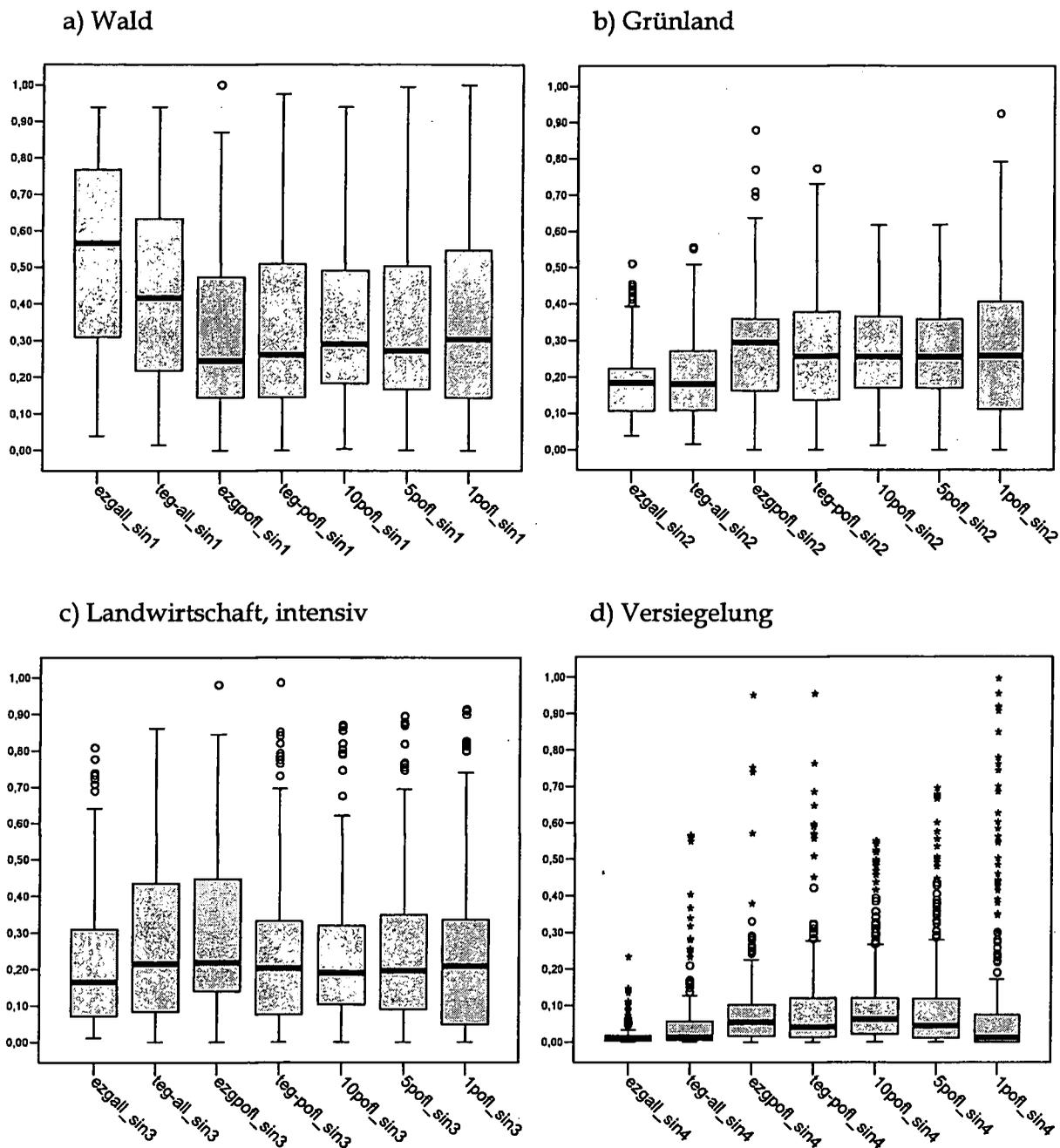


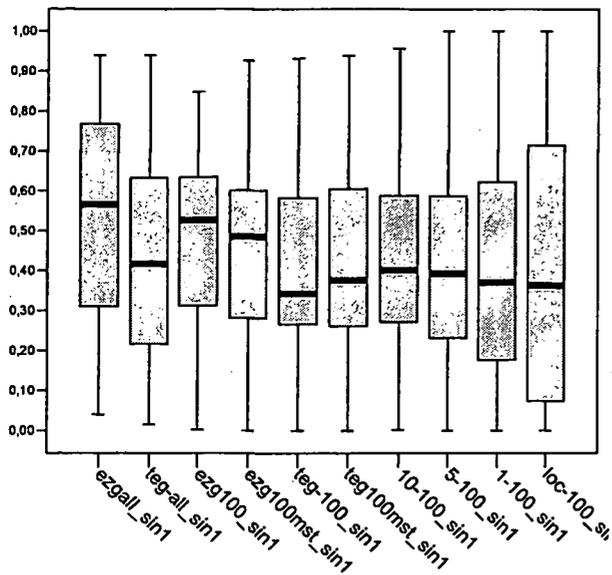
Abbildung 5.14: Anteile verschiedener Landnutzungen in potentieller Auenzone. N=366

5.3.3.2 Anteile von Wald

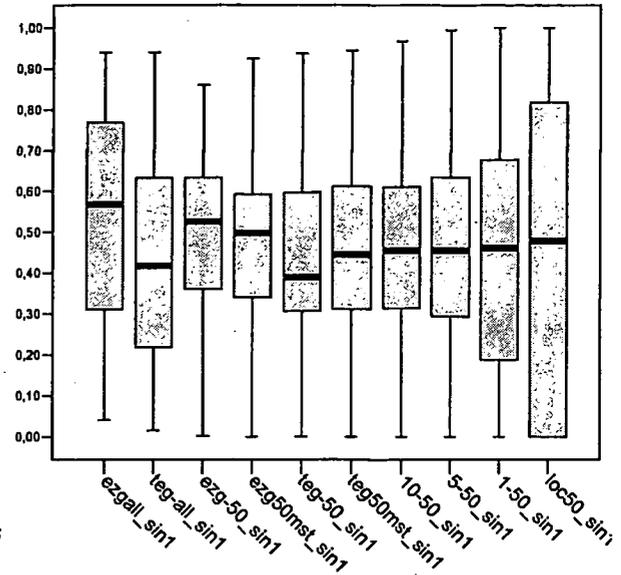
Die Prozentanteile der Landbedeckung Wald an der jeweiligen gesamten Puffergröße betragen in den Gesamteinzugsgebieten für 50% der Fischpunktes zwischen 30 und 75% (siehe Abbildung 5.15, Variable „ezgall_sin1“). Der Median liegt bei 66%. Für die Teileinzugsgebiete („teg-all_sin1“) - Zwischeneinzugsgebiet zwischen je zwei Zubringern (siehe Abgrenzung hydrologischer Atlas) - liegen die Werte niedriger. Der Median ist bei 42% Anteil Wald. Die Boxplots für Gesamt- und Teileinzugsgebiet sind in jeder Grafik (a bis d) als Vergleich zu den lateralen Puffern vorangestellt.

Die Waldanteile in lateralen Puffern zu den Gewässern sind auf allen Scales generell niedriger als im gesamten Einzugsgebiet. Die Medianwerte für Wald nehmen zu den kürzeren longitudinalen Scales hin (in der Grafik von links nach rechts) bei gleichem 100 m lateralen Puffer ab, wie man in der Grafik a) in Abbildung 5.15 erkennen kann. Für die gleichen Scales, jedoch mit enger gehaltenen lateralen Puffern ist dieser Trend nicht mehr vorhanden und kehrt sich bei 30 m lateralem Puffer eher um.

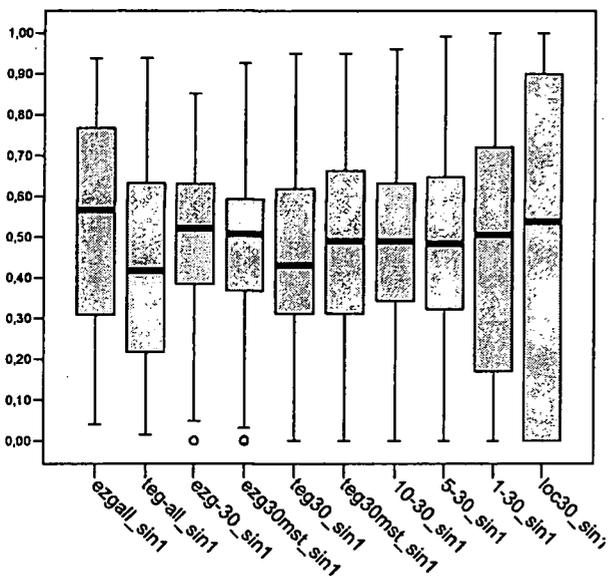
a) Wald; Lateraler Puffer 100m



b) Lateraler Puffer 50m



c) Lateraler Puffer 30m



d) direkt anschließende Nutzung

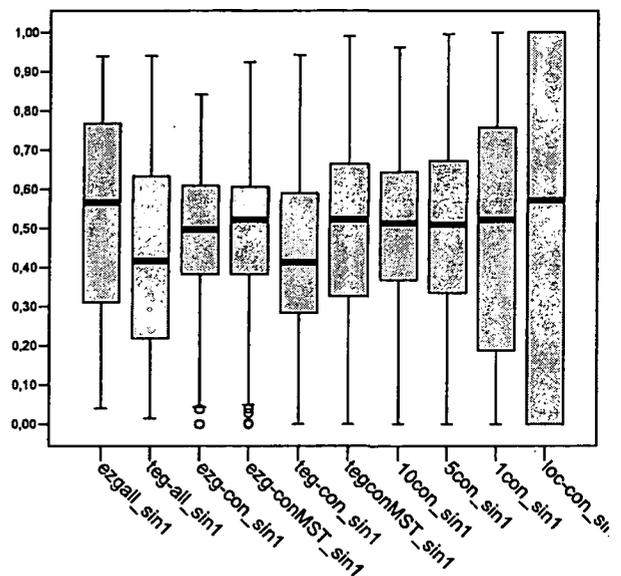


Abbildung 5.15: Anteile von Wald im Gesamteinzugsgebiet, in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließendem Wald. N=519 (jeder Boxplot)

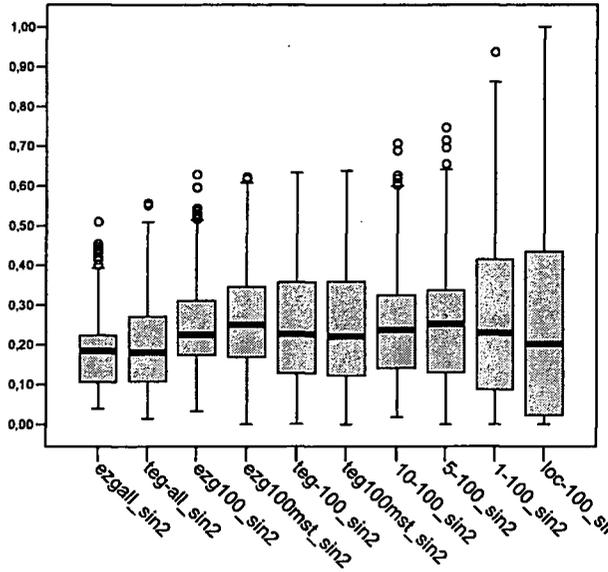
5.3.3.3 Anteile von Grünland

Der Grünlandanteil bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet liegt für 50% der Fischpunkte zwischen 10% und 22%. Der Median beträgt für Gesamteinzugsgebiet (GEZ) sowie Teileinzugsgebiet (TEG) ca. 19%. Diese beiden Boxplots (Variablen „ezgall_sin2“ bzw. „teg-all_sin2“ in Abbildung 5.16) sind in allen vier Grafiken (a bis d) als Vergleich vorangestellt.

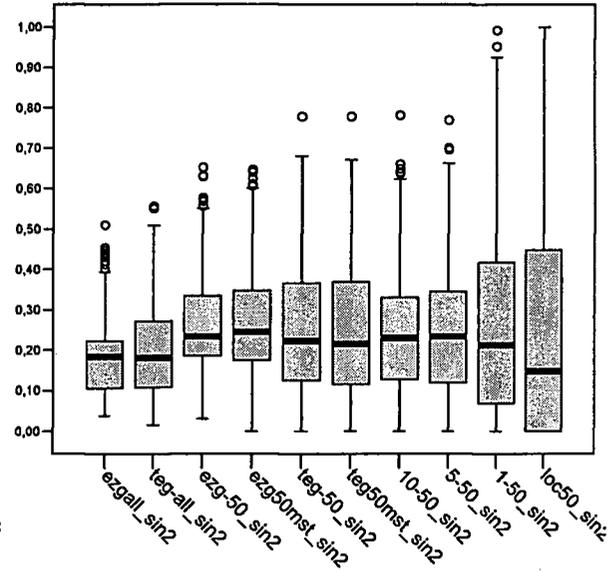
In allen Scales und für jeden lateralen Puffer bis auf die lokale Ebene sind die Anteile an Grünland etwas höher als im Vergleich zu EZG und TEG. Die höchsten Medianwerte liegen

bei ca. 24% und zwar in den Scales EZG (gesamt und am Hauptstrang), sowie 10 km und 5 km. Die kürzeren Scales haben wieder abnehmende Werte für den Median. Zwischen verschiedenen lateralen Puffern sind keine deutlichen Unterschiede zu erkennen. Zu beachten ist nur die lokale Ebene („loc-100, loc-50, loc-30 und loc-con“), wo der Median mit engerem Puffer stark abnimmt.

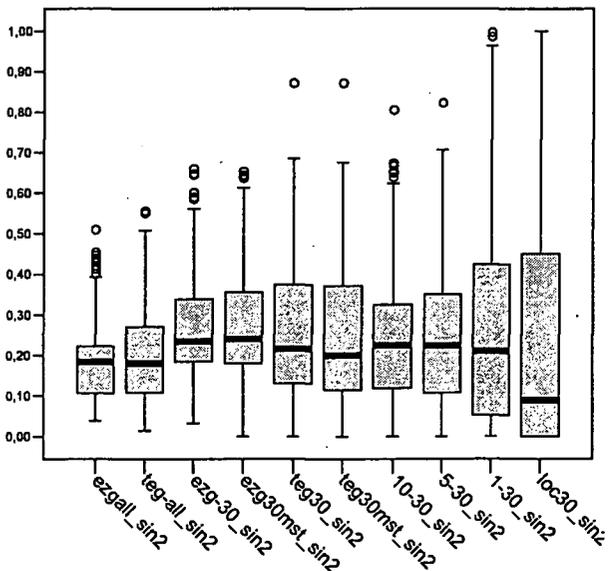
a) Grünland; Lateraler Puffer 100m



b) Lateraler Puffer 50m



c) Lateraler Puffer 30m



d) direkt anschließende Nutzung

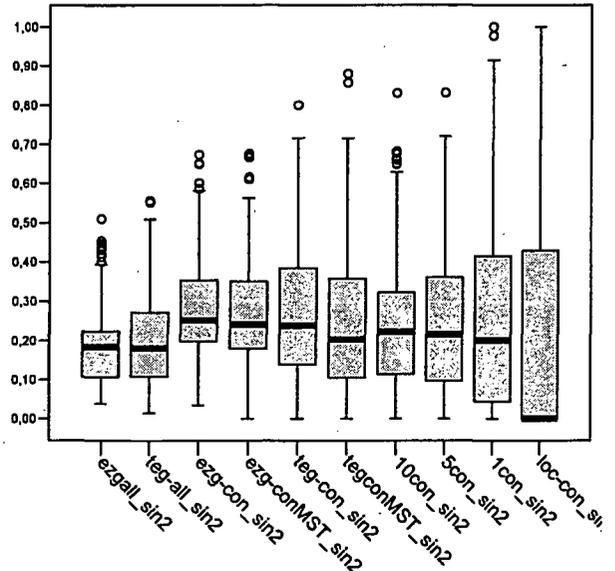


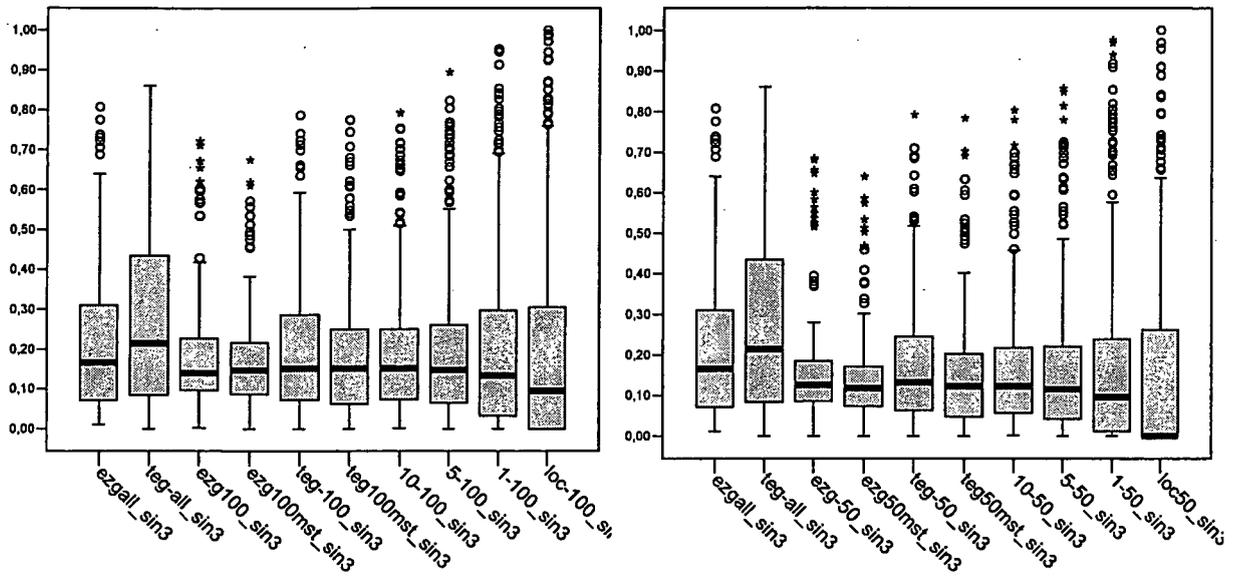
Abbildung 5.16: Anteil von Grünland im Gesamteinzugsgebiet und in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließendem Grünland. N=519 (jeder Boxplot)

5.3.3.4 Anteile von Landwirtschaft intensiv

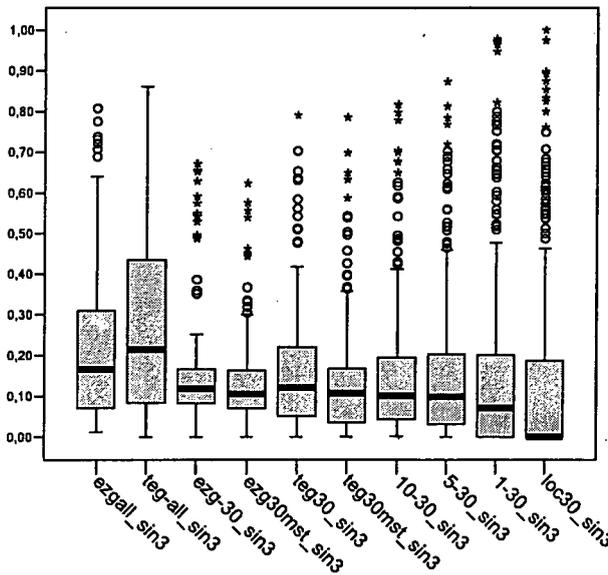
Für das gesamte Einzugsgebiet und das Teileinzugsgebiet ergeben sich Median-Werte von ca. 16% bzw. 21%. Die Hälfte der Befischungsstrecken hat Anteile von intensiver Landwirtschaft (Ackerbau, Grünland viel Biomasse) im EZG zwischen 8% und 31% (siehe unten in Abbildung 5.17, Variable „ezgall_sin3“).

Anteile intensiver landwirtschaftlicher Nutzungen in einem lateralen Puffer von 100m liegen für die Scales Einzugsgebiet (alle Flüsse flussauf = „ezg100_sin3“ bzw. am Hauptstrang = „ezg100mst_sin3“), Scale 10km und 5km sehr ähnlich im Bereich von 8% bis 22 % mit dem Median bei ca. 14% (siehe Abbildung 5.17). Mit lateralem Puffer von 50 m sind die Werte nur etwas geringer und betragen ca. 12% im Median. Egal mit welcher lateraler Beschränkung, es gibt auch einige Beprobungsstellen mit sehr hohen Werten, die bis zu 70% reichen. Innerhalb der kleineren Scales (1km und lokal 150m) liegt der Median bei breiterer Streuung etwas niedriger. Ausreißer der Scales 1km und lokal weisen Anteile von Landwirtschaft bis über 90% auf.

a) Landwirtschaft intensiv; Lateraler Puffer 100m b) Lateraler Puffer 50m



c) Lateraler Puffer 30m



d) direkt anschließende Nutzung

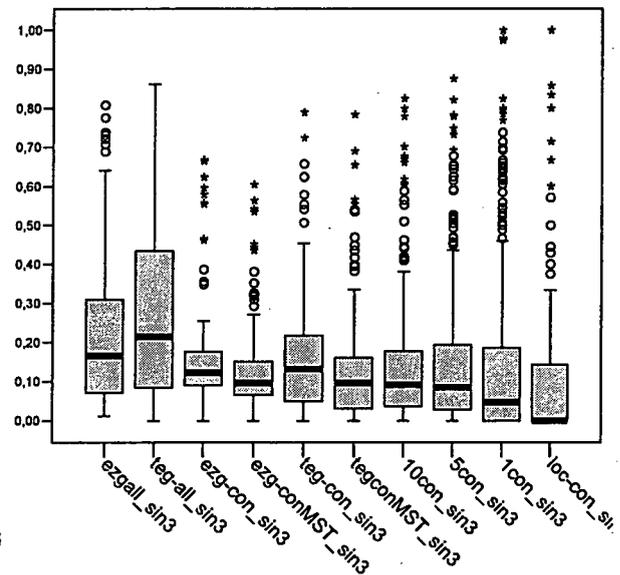


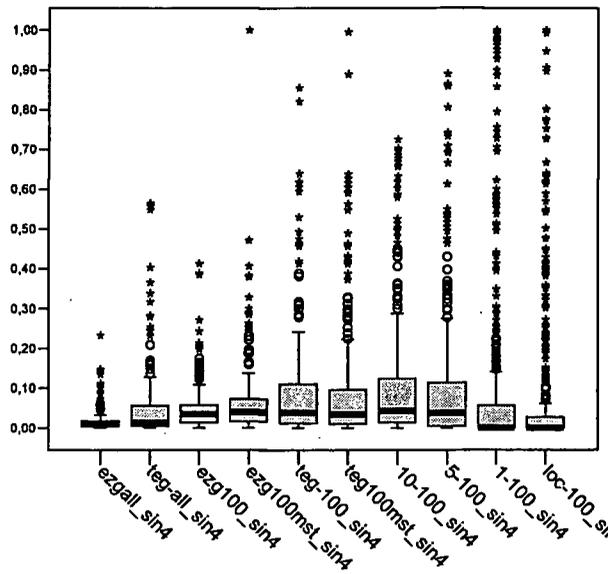
Abbildung 5.17: Anteil von intensiver Landwirtschaft im Gesamteinzugsgebiet und in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließender intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. N=519 (jeder Boxplot)

5.3.3.5 Anteile von versiegelten Flächen

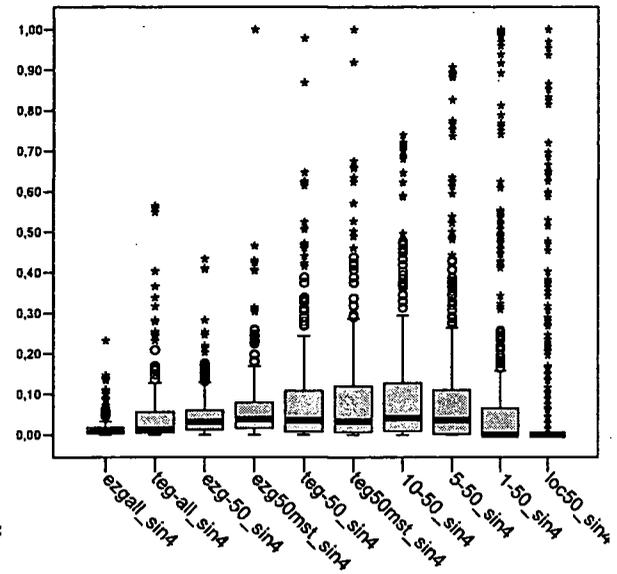
Im GEZ machen versiegelte Flächen nur wenige Prozent aus (siehe Abbildung 5.18).

Versiegelte Flächen betragen im 100m lateralen Puffer flussauf im Einzugsgebiet (Variable „ezg100_sin4“) und flussauf am Hauptstrang („ezg100mst_sin4“) innerhalb des oberen und unteren Quartils etwa 2% bis 7% (Median bei ca. 4%). In den mittleren Scales 10km und 5km steigt das obere Quartil bis knapp über 10%, der Wert des Medians bleibt bei 4%. Die Scales 1km und lokal 150m haben einen Median bei annähernd 0%, doch es gibt auch Fischpunkte mit sehr hohen Versiegelungsanteilen im Umland von 100 m, 50 m oder 30 m. Generell gibt es zwischen verschiedenen lateralen Pufferweiten keine deutlichen Unterschiede.

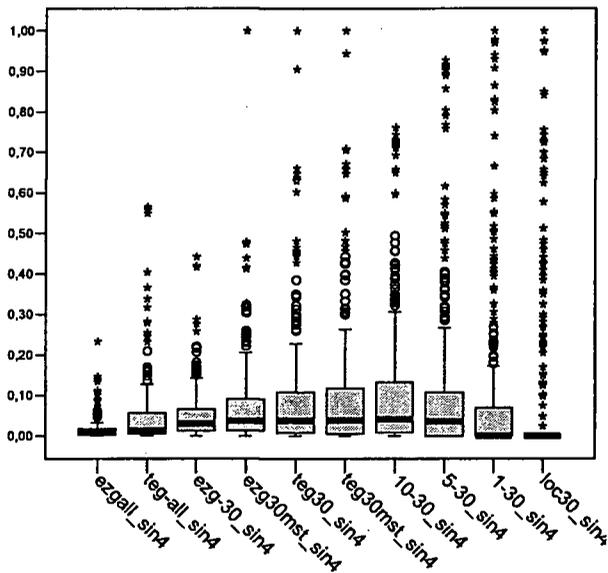
a) Versiegelung: Lateraler Puffer 100m



b) Lateraler Puffer 50m



c) Lateraler Puffer 30m



d) direkt anschließende Nutzung

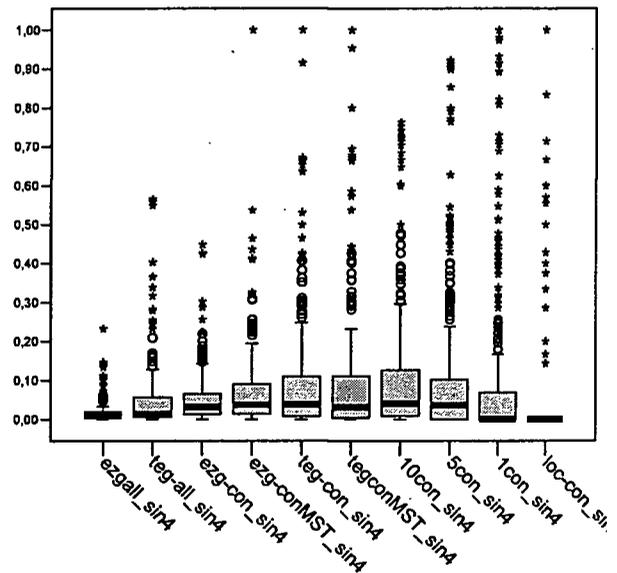


Abbildung 5.18: Anteil versiegelter Flächen im Gesamteinzugsgebiet und in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließender Versiegelung. N=519 (jeder Boxplot)

6 Diskussion

6.1 Kriterien

Ausgehend von bekannten Zusammenhängen in der Literatur wurden auf Basis verfügbarer Daten viele mögliche Kriterien in Bezug auf die Landnutzung abgedeckt.

Wichtig ist insbesondere der Studienaufbau für die Untersuchung der Wirkungszusammenhänge (Allan 2004) und auch die Verfügbarkeit und Genauigkeit von Landnutzungsdaten.

Wenn eine Variable der Landnutzung in einen eindeutigen Zusammenhang mit dem Zustand eines Gewässers gebracht werden kann, dann muss auch dies sehr vorsichtig bewertet werden (Allan 2004). Meist kann diese Variable nicht einziger treibender Faktor für den Gewässerzustand sein.

6.2 Datengrundlagen

Die Suche nach geeigneten GIS-Daten bezüglich Landnutzung ist nicht sehr einfach. Quellen dafür sind zum Teil im Internet zu finden, andererseits über Gespräche und Interviews mit Experten. Dann müssen die Verfügbarkeit und Metadaten geprüft werden, um die Qualität und geographische Abdeckung bestimmen zu können. Nur wenn der jeweilige Datensatz auch gut dokumentiert und beschrieben ist, kann entschieden werden, ob die Daten wirklich dem entsprechen, wonach gesucht wird.

Schließlich ist Auflösung und korrekte Klassifizierung der Landnutzungen im SINUS-Datensatz genau zu hinterfragen. Im kleinsten Scale werden nur mehr wenige Pixel des Rasters erfasst. Fehler im Datensatz wirken sich hier besonders stark aus.

6.3 Verarbeitung, Bearbeitung in einem GIS

Die Arbeit mit Fließgewässern in Zusammenhang mit Punkten entlang dieser Achsen (Fischbeprobungsstellen, Kläranlagen und Punktquellen, Pegel, Kontinuumsunterbrechungen, etc.) bringt einige Schwierigkeiten in Bezug auf die Verarbeitung in einem Geographischen Informationssystem (GIS) mit sich. In dieser Arbeit wurde der Bezug zwischen Punkt und Linie (Gewässerachse) über die räumliche Lage, also die Koordinaten hergestellt. Ungenauigkeiten führen schnell zu fehlerhaften Auswertungen. Der Vollständigkeit wegen sei hier erwähnt, dass natürlich bereits bessere Modelle für genau solche Fragestellungen existieren. Besonders das Modell 'Arc Hydro' ist hier hervorzuheben (Maidment 2003).

Durch die GIS-Arbeiten in Zusammenhang mit der vorliegenden Diplomarbeit konnten Erfahrungswerte für Arbeitsaufwände von verschiedenen Abfragen gesammelt werden. Häufig stellt sich heraus, dass für einfach vermutete Abfragen mehrere einzelne Arbeitsschritte notwendig sind und damit mehr Zeitaufwand nötig ist. Für die Abarbeitung sich wiederholender Arbeitsschritte (Schleifen) wären Automatisierungen in Form von Scripts sehr vorteilhaft, um Fehler bei der manuellen Bearbeitung zu vermeiden. Die Arbeiten im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden zu großen Teilen manuell ausgeführt. Für die Entwicklung von automatisierten Prozessen konnte nicht so viel Zeit investiert werden, da dazu auch eine Auseinandersetzung und Vertiefung mit Programmiersprachen notwendig wäre.

6.4 Analyse von Wirkungszusammenhängen

Analyse der Landnutzungsdaten mit Fischdaten

Mit den vorliegenden Daten können in Anlehnung an die Literatur ebensolche Wirkungszusammenhänge analysiert werden. So zeigte z.B. Roth (1994, zitiert in Allan et al., 1997) durch einfache Regressionsanalysen mit einem kleinen Datensatz, dass mit zunehmendem Anteil an Landwirtschaft im EZG sowohl der Habitat Index, als auch die IBI-Werte zurückgehen (siehe Abbildung 6.1)

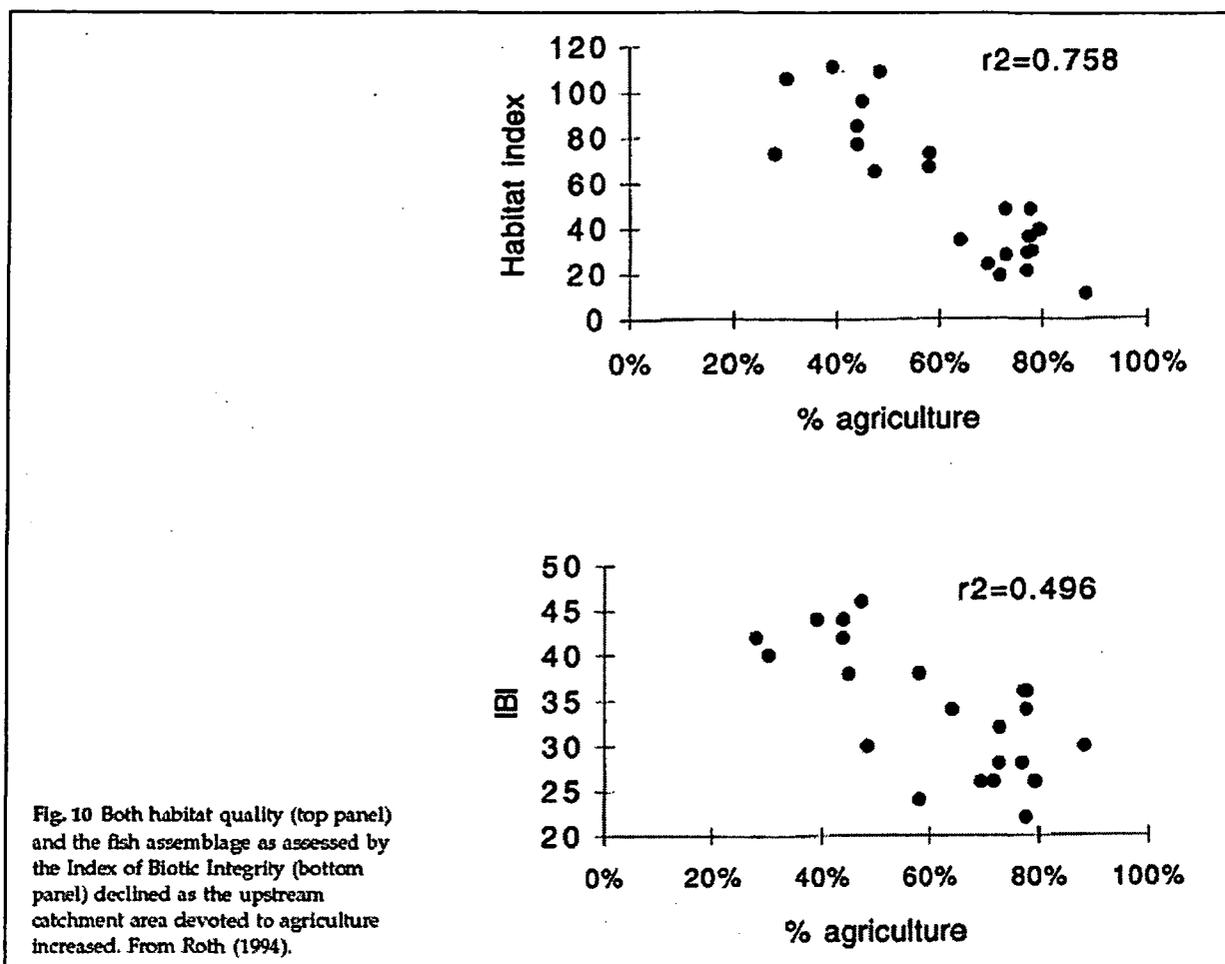


Abbildung 6.1: Zusammenhang Landwirtschaft und Habitat Index bzw. IBI; Quelle: (Allan, Erickson et al. 1997).

Abbildung 6.2 zeigt ein Beispiel ähnlicher Ergebnisse von Regressionen, publiziert von Roth, Allan et al. (1996). Sie analysieren Landwirtschaft, besiedelte Flächen, Wald und Feuchtflächen nicht nur im Einzugsgebiet, sondern auch in einem Puffer entlang des Gewässers.

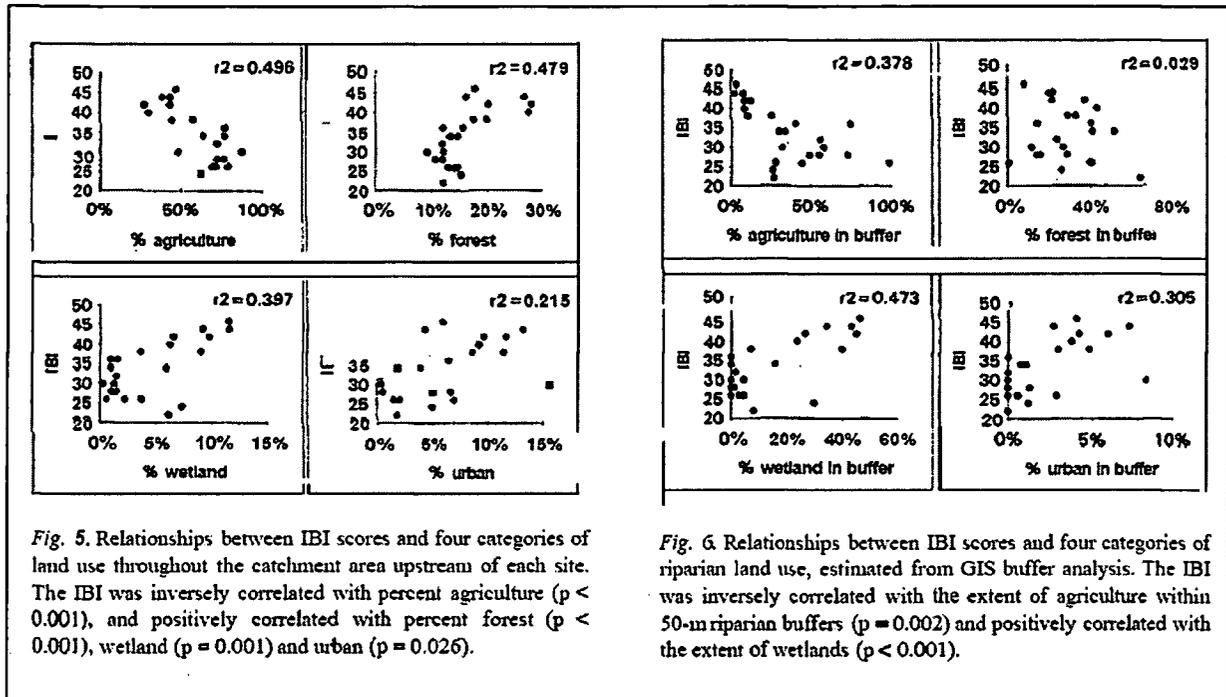


Abbildung 6.2: Zusammenhänge zwischen IBI und 4 Landnutzungskategorien in verschiedenen Scales; Quelle: (Roth, David Allan et al. 1996)

Miltner, White et al. (2004) erkennen ebenfalls einen negativen Zusammenhang zwischen IBI und Anteil an Siedlungsflächen im Einzugsgebiet. Die Daten wurden aufgeteilt in einfach beeinflusst (linke Grafik in Abbildung 6.3) und kombinierte Eingriffe (rechts).

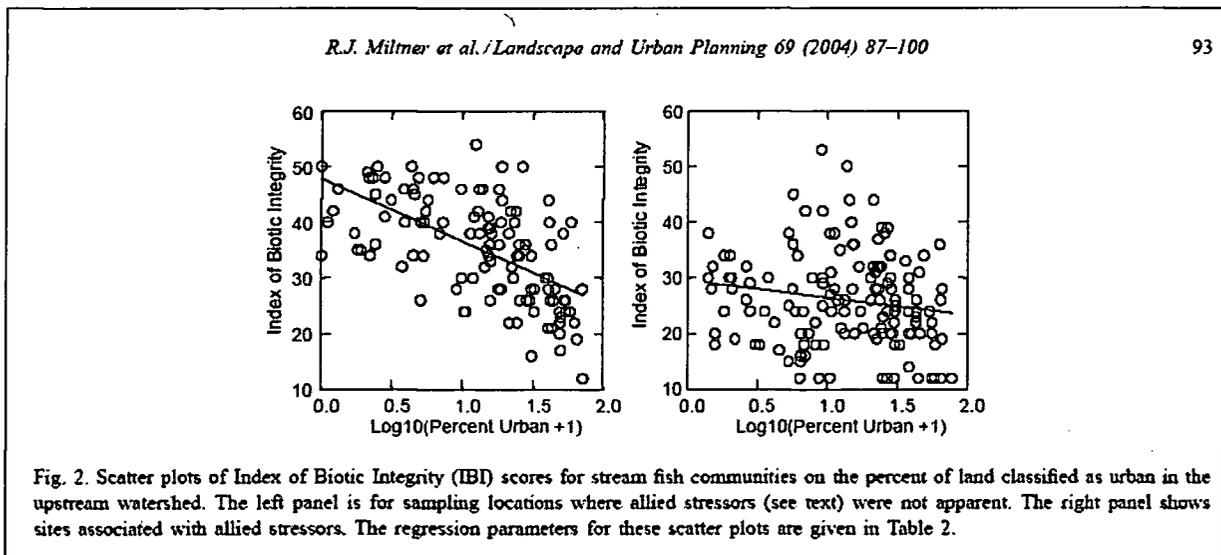


Abbildung 6.3: Zusammenhänge IBI mit besiedelten Flächen im Einzugsgebiet; links: einfacher Eingriff; rechts: kombinierte Eingriffe; Quelle: (Miltner, White et al. 2004)

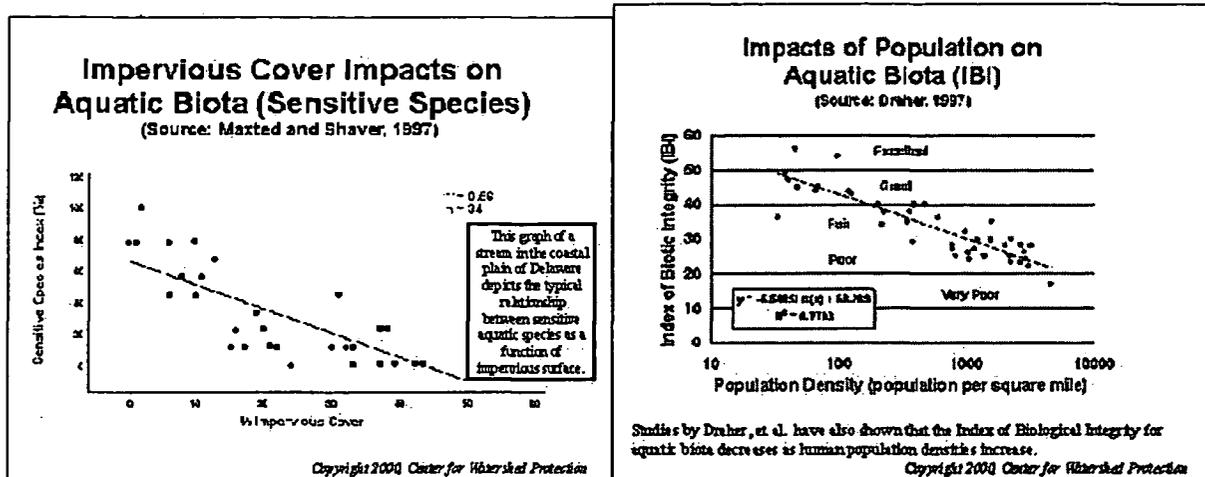


Abbildung 6.4: Zusammenhang Versiegelung (links) bzw. Bevölkerungsdichte (rechts) mit IBI-Werten; Quelle: (www.stormwatercenter.net 2000).

Stormwatercenter.net präsentiert negative Korrelationen zwischen IBI-Werten und Anteil an versiegelten Flächen bzw. der Bevölkerungsdichte Abbildung 6.4.

6.5 Ausblick: MIRR-Instrument

Die Ergebnisse der Datenauswertungen dieser Arbeit stehen nach der Implementierung in der MIRR-DB für weitere Analysen zur Verfügung. Wie schon in den vielen zitierten Studien können auch hier Fisch - Landnutzungs - Zusammenhänge analysiert werden. Und es können auch für den MIRR-Datensatz ähnliche Ergebnisse, wie im vorigen Kapitel in Beispielen dargestellt, erwartet werden.

Die Arbeit stellt also einen kleinen Beitrag in der Entwicklung des MIRR-Instruments zur Priorisierung von Maßnahmen dar. Wichtig ist schlussendlich die Entwicklung von Lösungen in Form von „Best Management Practices“, die im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie den guten Zustand der Oberflächengewässer wiederherstellen. Es steht eine Fülle von Daten zur Verfügung, deren Analyse sehr umfangreich ist.

Nur in gemeinsamer Anstrengung aller Beteiligten ist diesen doch sehr bedeutsamen Zielen in der hohen Komplexität der betroffenen Systeme näher zu kommen.

7 Verzeichnisse

7.1 Abbildungen

Abbildung 1.1: Workflow der Arbeit; Datenerhebung und -aufbereitung, GIS-Auswertung und Abspeicherung in Datenbank.....	5
Abbildung 3.1: Informationsquellen für Landbedeckung und Landnutzung; Quelle: (Grillmayer and IVFL 2004).	21
Abbildung 3.2: Bevölkerungsdichte im Siedlungsgebiet, Beispiel aus dem Rasterdatensatz. 30	
Abbildung 3.3: Die Datensätze CORINE, SINUS und Hemerobie im Vergleich im Bereich St. Pölten; Quellen: CORINE (UBA), SINUS und Hemerobiegrad (Wrbka, Peterseil et al. 2003).....	31
Abbildung 3.4: Beispiel von Veränderungen der Gewässergüte	35
Abbildung 4.1: Übersichtskarte der bearbeiteten Einzugsgebiete und Befischungstrecken . 41	
Abbildung 5.1: Übersicht der Arbeitsschritte bei der Puffererstellung; entspricht dem einen Feld ‚Räumliche Scales & Puffer‘ im Workflow (siehe Abbildung 1.1).....	44
Abbildung 5.2: Beispiel Local Scale 150m an einem Fischpunkt.....	45
Abbildung 5.3: Kreispuffer 1000, 5000, 10000 m Durchmesser an jeden Fischpunkt	47
Abbildung 5.4: Beispiel für Extraktion (berührende Pixel) der anschließenden Nutzung; Quelle LBDS-SINUS: (Wrbka, Peterseil et al. 2003).....	49
Abbildung 5.5: Beispiel zur Erstellung der lateralen Puffer an einem Fischpunkt; Kartenhintergrund: Satellitenbild Landsat.	50
Abbildung 5.6: Die Ebenen Gesamteinzugsgebiet und Teileinzugsgebiet mit lateralen Puffern (100m und potentielle Au); Quellen geographischer Objekte: pot. Au (Muhar, Poppe et al. 2004), EZG-daten (BMLFUW 2005).	51
Abbildung 5.7: Beispiel für Stapelverarbeitung von Rasteranalysen im Raster Calculator	53
Abbildung 5.8: Ergebnis einer Rasterüberlagerung von Puffer und Landbedeckungsdatensatz; Quelle LBDS: (Wrbka, Peterseil et al. 2003).....	55
Abbildung 5.9: Screenshot einer Raster-Attribut-Tabelle eines 5km langen und 100m breiten Puffers; das Ergebnis der Landnutzungsabfrage ist blau markiert; es gibt die Anzahl (Count) der Pixel je Landnutzungsklasse (Lc_sinus) für jeden Fischpunkt wieder.	55
Abbildung 5.10: GIS-Anwendung 'Zonal Statistics as a Table' summiert Einwohnerzahlen im Einzugsgebiet.....	58
Abbildung 5.11: Auswertung und Darstellung Anzahl Punktquellen/Kläranlagen flussauf Befischungspunkt.....	60

Abbildung 5.12: Entity-Relation-Diagramm der Landnutzungsvariablen	63
Abbildung 5.13: Darstellung der Beziehungen zwischen den Tabellen in der Datenbank "Landuse".....	65
Abbildung 5.14: Anteile verschiedener Landnutzungen in potentieller Auenzone. N=366 ...	68
Abbildung 5.15: Anteile von Wald im Gesamteinzugsgebiet, in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließendem Wald. N=519 (jeder Boxplot)	70
Abbildung 5.16: Anteil von Grünland im Gesamteinzugsgebiet und in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließendem Grünland. N=519 (jeder Boxplot).....	71
Abbildung 5.17: Anteil von intensiver Landwirtschaft im Gesamteinzugsgebiet und in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließender intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. N=519 (jeder Boxplot).....	73
Abbildung 5.18: Anteil versiegelter Flächen im Gesamteinzugsgebiet und in verschiedenen Scales mit a) 100, b) 50, c) 30 m lateralem Puffer und d) anschließender Versiegelung. N=519 (jeder Boxplot).....	75
Abbildung 6.1: Zusammenhang Landwirtschaft und Habitat Index bzw. IBI; Quelle: (Allan, Erickson et al. 1997).....	78
Abbildung 6.2: Zusammenhänge zwischen IBI und 4 Landnutzungskategorien in verschiedenen Scales; Quelle: (Roth, David Allan et al. 1996).....	79
Abbildung 6.3: Zusammenhänge IBI mit besiedelten Flächen im Einzugsgebiet; links: einfacher Eingriff; rechts: kombinierte Eingriffe; Quelle: (Miltner, White et al. 2004)	79
Abbildung 6.4: Zusammenhang Versiegelung (links) bzw. Bevölkerungsdichte (rechts) mit IBI-Werten; Quelle: (www.stormwatercenter.net 2000).....	80

7.2 Tabellen

Tabelle 2.1: Anzahl Papers, Reviews und zitierte Papers der Reviews, die bei der Literaturrecherche gefunden wurden; Quelle: (Zitek 2006) verändert.....	7
Tabelle 2.2: Liste der Kriterien bezüglich Landnutzung; Quelle: (Zitek 2006)- verändert.....	16
Tabelle 2.3: Zusammenfassung der verschiedenen Scales und Puffergrößen für Landnutzungsanalysen	17
Tabelle 3.1: CORINE Land Cover Nomenklatur in 3-stufiger Hierarchie; Von den 44 Klassen in Level 3 kommen 28 in Österreich vor (nicht vorkommende in grauer Schrift), Quelle: (UBA Jahr unbek.)	24

Tabelle 3.2: Eckdaten LBDS CORINE Land Cover	25
Tabelle 3.3: Liste der Landbedeckungsklassen (SINUS); (Wrbka, Peterseil et al. 2003).....	27
Tabelle 3.4: Eckdaten LBDS SINUS.....	28
Tabelle 3.5: Hemerobiestufen (Wrbka, Peterseil et al. 2003).....	30
Tabelle 3.6: Nomenklatur des Rauminformationssystems Österreich; (Grillmayer and IVFL 2004).....	33
Tabelle 4.1: Anzahl Fischstrecken je bearbeitetem Fließgewässer in NÖ.....	39
Tabelle 4.2: Einzugsgebietsgrößen und zugehörige Anzahl Fischstrecken	40
Tabelle 4.3: MIRR-landuse Kriterien; Abstimmung zw. Literatur und Datengrundlagen.....	43
Tabelle 5.1: Übersicht der Kombinationen aus longitudinalen und lateralen Puffern für Landnutzungs- und Hemerobieabfragen; - bedeutet nicht ausgewertet grün = Genauigkeitslevel auf HydroID; gelb = individuell für jeden Fischpunkt	52
Tabelle 5.2: Auswertung der Landnutzung in den Puffern Gesamt- und Teileinzugsgebiet jeweils am Hauptstrang und alle oberliegenden Gewässer mit den definierten lateralen Puffern.....	56
Tabelle 5.3: Auswertung der Landnutzung in den Puffern Local, 1km, 5km, 10km mit den definierten lateralen Puffern	57
Tabelle 5.4: ausgewertete Kriterien für Bevölkerungssichte.....	58
Tabelle 5.5: ausgewertete Kriterien für Kläranlagen und Punktquellen	59
Tabelle 5.6: ausgewertete Kriterien für Gewässergüte.....	61
Tabelle 5.7: Klassifizierung der Landnutzungskategorien des LC-SINUS zu 5 aggregierten Klassen	66

7.3 Literaturverzeichnis

- Allan, J. D. (2004). "Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems." Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 35: 257-284.
- Allan, J. D., D. L. Erickson, et al. (1997). "The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales." Freshwater Biology 37(1): 149-161.
- Bartelme, N. (2005). Geoinformatik - Modelle, Strukturen, Funktionen. Berlin [u.a.], Springer-Verl.
- BMLFUW, Ö. (2005). Hydrologischer Atlas Österreichs - HAÖ. Wien, Österr. Kunst- und Kulturverl.
- Chen, P. P.-S. (1976). "The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data." ACM Transactions on Database Systems 1: 9-36.

- Dreher, D. W. (1997). Watershed impacts on stream quality indicators in Northeastern Illinois. Assessing the Cumulative Impacts of Watershed Development on Aquatic Ecosystems and Water Quality, Chicago, Illinois, Northeastern Illinois Planning Commission.
- EU (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, Official Journal of the European communities. Directive 2000/60.
- FAO-UNEP (1998). Terminology for Integrated resources Planning and Management. K. Choudhury and L. J. M. Jansen, Chief, Soil Resources, Management and conservation Service (AGLS), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- FitzHugh, T. (2001). "Watershed Characteristics and Aquatic Ecological Integrity: A Literature Review."
- Frimpong, E. A., T. M. Sutton, et al. (2005). "Determination of optimal riparian forest buffer dimensions for stream biota-landscape association models using multimetric and multivariate responses." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62(1): 1-6.
- George, H. and F. O. Nachtergaele. (Jahr unbek.). "Land Use Data." Retrieved 20.09.2006, from http://www.fao.org/landandwater/agll/landuse/docs/global_LU_ISPRS_final.doc.
- Grillmayer, R. and IVFL (2004). Geodaten zur Landbedeckung in Österreich, Wien, 5.12.2003. Aachen, Shaker.
- Hafner, E. (2006). Modellierung der Habitateignung für den Braunbären in Österreich. IVFL. Wien, Univ. für Bodenkultur: IX, 73 Bl.
- Hughes, R. M., L. Wang, et al., Eds. (2006). Landscape Influences on Stream Habitats and Biological Assemblages, American Fisheries Society.
- Jarosch, H. (2003). Grundkurs Datenbankentwurf. Wiesbaden, Vieweg.
- Lammert, M. and J. D. Allan (1999). "Assessing biotic integrity of streams: Effects of scale in measuring the influence of land use/cover and habitat structure on fish and macroinvertebrates." Environmental Management 23(2): 257-270.
- Maidment, D. R. (2003). Arc Hydro - GIS for water resources ; [includes the latest Arc Hydro data model and sample data]. Redlands, Calif., ESRI Press.
- McMahon, G. and T. F. Cuffney (2000). "Quantifying urban intensity in drainage basins for assessing stream ecological conditions." Journal of the American Water Resources Association 36(6): 1247-1261.
- Miltner, R. J., D. White, et al. (2004). "The biotic integrity of streams in urban and suburbanizing landscapes." Landscape and Urban Planning 69(1): 87-100.

- Morley, S. A. and J. R. Karr (2002). "Assessing and restoring the health of urban streams in the Puget Sound Basin." Conservation Biology 16(6): 1498-1509.
- Muhar, S., M. Poppe, et al. (2004). Flusslandschaften Österreichs, Ausweisung von Flusslandschaftstypen anhand des Naturraums, der Fischfauna und der Auenv egetation. Wien, Bundesministerium für Bildung, Wiss. u. Kultur.
- O'Reilly, N. (Jahr unbek.). "WATER QUALITY, ECOLOGICAL, AND FLOOD RISKS TO RECEIVING WATERS DUE TO URBAN RUNOFF AND URBANIZATION.?"
- Poppe, M. and A. Zitek (2006). Dokumentation der Datengrundlagen, Datenerhebung, -eingabe und der durchgeführten Analysen; AP 1b: Datenrecherche MIRR-Projekt; interner Bericht. Wien.
- Richards, C., L. B. Johnson, et al. (1996). "Landscape-scale influences on stream habitats and biota." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53(SUPPL. 1): 295-311.
- Roth, N. E., J. David Allan, et al. (1996). "Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales." Landscape Ecology 11(3): 141-156.
- Snyder, C. D., J. A. Young, et al. (2003). "Influences of upland and riparian land use patterns on stream biotic integrity." Landscape Ecology 18(7): 647-664.
- Soulsby, C., A. F. Youngson, et al. (2001). "Fine sediment influence on salmonid spawning habitat in a lowland agricultural stream: a preliminary assessment." The Science of The Total Environment 265(1-3): 295-307.
- Sutherland, A. B., J. L. Meyer, et al. (2002). "Effects of land cover on sediment regime and fish assemblage structure in four southern Appalachian streams." Freshwater Biol 47(9): 1791-1805.
- UBA. (Jahr unbek.). "CORINE Landcover Nomenklatur (deutsch)." Retrieved 18.10.2006, from www.uba.at.
- UBA. (Jahr unbek.). "CORINE Landcover Österreich, Projektbeschreibung." Retrieved 07.12.2006, from www.uba.at.
- Van Sickle, J., J. Baker, et al. (2004). "Projecting the biological condition of streams under alternative scenarios of human land use." Ecological Applications 14(2): 368-380.
- Wang, L., J. Lyons, et al. (2001). "Impacts of Urbanization on Stream Habitat and Fish Across Multiple Spatial Scales." Environmental Management 28(2): 255-266.
- Wichert, G. A. and D. J. Rapport (1998). "Fish community structure as a measure of degradation and rehabilitation of riparian systems in an agricultural drainage basin." Environmental Management 22(3): 425-443.

Wrbka, T., J. Peterseil, et al. (2003). Landschaftsökologische Strukturmerkmale als Indikatoren der Nachhaltigkeit, Endbericht zum Forschungsprojekt SINUS. Forschungsprogramm Kulturlandschaft. W. u. K. bm:bwk - Bundesministerium für Bildung. Wien.

www.stormwatercenter.net. (2000). "The Impervious Cover Model." Retrieved 12.02.2006, from <http://www.stormwatercenter.net>.

Zitek, A. (2006). Potential criteria for modelling fish/pressure relationships in running waters - a literature review. BMFLUW and NOEL. Vienna, Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, Dept. of Water, Atmosphere and Environment, BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna: 196.