

Indikatoren für die Evaluation von Revitalisierungsprojekten in der Praxis

eine Pilotstudie an der Thur



Diplomarbeit von Florence Capelli

**Departement Umweltnaturwissenschaften ETH Zürich
Systemvertiefung aquatische Biologie**

**Betreuer: Dr. Armin Peter
Dr. Sharon Woolsey**

Ausgeführt am Forschungszentrum für Limnologie

EAWAG, Kastanienbaum Januar 2005

VORWORT

Die vorliegende Diplomarbeit wurde als Abschlussarbeit im Rahmen des Studiums der Umweltwissenschaften erstellt. Sie wurde unter der Betreuung von Herrn A. Peter an der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) in Kastanienbaum durchgeführt. Dazu wurden zwischen August 2004 und Januar 2005 Revitalisierungsprojekte an den Thurabschnitten „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ mit einer Methodik für Erfolgskontrollen untersucht.

Ich möchte mich herzlich für die Unterstützung bedanken bei:

allen Kastanienbäumlern, im Speziellen Armin Peter, Eva Schager, Michael Schurter, Christine Weber, Fiona Wieland, Sharon Woolsey (in alphabetischer Reihenfolge), weiter bei den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Erfolgskontrolle“, bei allen, die mich bei der Feldarbeit oder in technischen Belangen unterstützt haben, sowie bei meinem Freund und meiner Familie.

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT.....	3
INHALTSVERZEICHNIS.....	4
ZUSAMMENFASSUNG.....	7
EINLEITUNG.....	9
1.1. Ausgangslage.....	9
1.1.1. Evaluationen – Weshalb.....	9
1.1.2. Stand Evaluationen in der Praxis.....	10
1.1.3. Stand Evaluationsmethodik.....	10
1.1.4. Arbeit der AG Erfolgskontrolle.....	11
1.2. Zielfrage.....	12
1.3. Aufgabenstellung.....	12
1.3.1. Ziele der Arbeit.....	12
1.3.2. Fragestellungen.....	13
METHODIK.....	15
2.1. Grundlagen zu den Hypothesen.....	15
2.1.1. Anforderungen an Indikatoren.....	15
2.1.2. Anforderungen an Erfolgskontrollen.....	16
2.2. Auswahl der Indikatoren	17
2.3. Vorgehen.....	18
2.3.1. Kontrolle und Referenz.....	18
2.4. Untersuchungsstandorte.....	19
RESULTATE.....	23
3.1. Auswertung Indikatoren.....	23
3.1.1. Der Indikator „Innere Kolmation“.....	24
3.1.1.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	24
3.1.1.2. Ziel „Natürlichkeit des Sedimentregimes“.....	25
3.1.1.3. Ziel „Vertikale Vernetzung“.....	26
3.1.2. Die Indikatoren „Variabilität der Breite“, „- der max. Tiefe“ und „- der Fließgeschwindigkeit“.....	28
3.1.2.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	28
3.1.2.2. Ziel „Natürlichkeit von Morphologie und Hydraulik“.....	29
3.1.2.3. Ziel „Natürlichkeit der Habitatdiversität“.....	30
3.1.3. Die Indikatoren „Uferlänge“ und „Schwemmholz“.....	32
3.1.3.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	32
3.1.3.2. Ziel „Rückhalt von organischem Material“.....	34
3.1.3.3. Ziel „Laterale Vernetzung“.....	35
3.1.3.4. Ziel „Natürlichkeit der Habitatdiversität“.....	36

3.1.4. Die Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“ (Fische).....	38
3.1.4.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	38
3.1.4.2. Ziel „Längsvernetzung“ und „Natürlichkeit der Fauna“.....	42
3.1.5. Die Indikatoren „Substratheterogenität“ und „pool-riffle Verhältnis“.....	44
3.1.5.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	44
3.1.5.2. Ziel „Natürlichkeit der Habitatdiversität“.....	46
3.1.6. Die Indikatoren „Anzahl Besucher“, „Variabilität der Nutzungsformen“ und „Zugänglichkeit“.....	47
3.1.6.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	47
3.1.6.2. Ziel „Erholungsnutzen“.....	49
3.1.7. Die Indikatoren „Projektkosten“ und „Kosten-Nutzen Analyse“.....	52
3.1.7.1. Erhebungen und Ergebnisse.....	52
3.1.7.2. Ziel „Finanzielle Optimierung“.....	53
3.2. Übersicht Auswertung Indikatoren.....	54
3.3. Projektbeispiele.....	56
3.3.1. Bewertung des Revitalisierungsprojektes „Schäffäuli“.....	57
3.3.2. Bewertung des Revitalisierungsprojektes „Güttighausen“.....	58
DISKUSSION.....	59
4.1. Diskussion der Methodik „Indikatorset“.....	59
4.1.1. Gewichtungsmöglichkeit 1: Gewichtung von Zielen.....	62
4.1.2. Gewichtungsmöglichkeit 2: Wahl der Ziele.....	62
4.2. Diskussion der Resultate.....	64
4.3. Diskussion des Vorgehens.....	64
SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	67
BIBLIOGRAPHIE.....	69
ANHANG.....	75
I. Indikator „Uferlänge“: GPS Auswertung.....	75
II. Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“: Standortskizze „Güttighausen“ und „Schäffäuli“.....	76
III. Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“: Informationen aus den verschiedenen Habitaten.....	77
IV. Indikator „Ökologische Gilden“: Individuenstärke pro Gilde.....	79
V. Indikator „Substratheterogenität“.....	81
VI. Indikator „Anzahl Besucher“.....	82
VII. Indikator „Zugänglichkeit“.....	83

ZUSAMMENFASSUNG

Die Studie befasst sich im weiteren Sinne mit der Beurteilung von Revitalisierungsmassnahmen bei Fließgewässern, im engeren Sinne mit dem Testen einer Methodik für Erfolgskontrollen. Mit dieser Methodik soll die Qualität von Revitalisierungsprojekten messbar gemacht werden. Das Instrumentarium (nachfolgend Indikatorset genannt) ist das vorläufige Produkt der Arbeitsgruppe „Erfolgskontrolle“ (AG Erfolgskontrolle) der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG). Mit der vorliegenden Arbeit war zu untersuchen, ob dieses Indikatorset die Anforderungen aus Praxis und Wissenschaft erfüllt.

Ausgehend vom Sinn und Zweck von Erfolgskontrollen, den Gründen, warum Erfolgskontrollen selten durchgeführt werden, sowie den methodischen Ansprüchen aus der Wissenschaft, wurden Kriterien zusammengestellt, welche das Indikatorset zu erfüllen hat. Dazu wurden Fragestellungen auf zwei Ebenen formuliert. Eine Ebene bezieht sich auf die Anforderungen an die Indikatoren, die andere auf die Anforderungen an das Indikatorset als Ganzes:

Fragestellung 1: Sind die verwendeten Indikatoren in der Praxis brauchbar? Erfüllen sie bestimmte Kriterien, die den sozioökonomischen Rahmen des Projektes mitberücksichtigen?

Fragestellung 2: Ist mit dem Indikatorset, bestehend aus den gewählten fünfzehn Indikatoren, eine eindeutige Aussage zur Güte von Revitalisierungsprojekten möglich?

Um diese Fragestellungen beantworten zu können, wurde das Indikatorset im Feld getestet. Mit fünfzehn Indikatoren aus rund fünfzig zur Auswahl stehenden (Stand Dezember 2004) wurden die Revitalisierungsprojekte in Gütighausen und im Schöffäuli untersucht und mit einer räumlichen Kontrolle (begradigte Thurabschnitte in Weinfeldern und bei Frauenfeld) verglichen.

Der Feldversuch hat gezeigt, dass sich die Indikatoren unterschiedlich gut für Erfolgskontrollen eignen. Während die Fragestellung 1 für einige der Indikatoren nicht zutrifft und die Indikatoren verworfen werden müssen, sind andere Indikatoren gut kommunizierbar, kostengünstig, decken viele Ziele gleichzeitig ab. Als Beispiele sind die Indikatoren „Anzahl Besucher“, „Variabilität der Breite“ und „Projektkosten“ zu nennen.

Es hat sich weiter gezeigt, dass fast alle Indikatoren nur Teilaspekte der zu messenden Ziele abdecken. So kann es sein, dass zwei Indikatoren verschiedene Aussagen zum selben Ziel machen. Dies sollte jedoch nicht der Fall sein, wenn man eine eindeutige Aussage zum Projekterfolg will. Es wird deshalb empfohlen, für eine Revitalisierungsmassnahme pro Ziel mehrere Indikatoren vorzugeben.

In der vorliegenden Arbeit konnten mit neun Indikatoren zehn von achtzehn Zielen abgedeckt werden (wobei die meisten Ziele mit nur einem Indikator beurteilt wurden). Die Kosten für die Erfolgskontrollen mit dieser Kombination liegen in beiden Fällen deutlich unter einem Prozent der Gesamtkosten für das Projekt. Es ist daher anzunehmen, dass die Ziele mit jeweils min. zwei Indikatoren abgedeckt werden könnten und das Budget für die Erfolgskontrolle immer noch weniger als fünf Prozent der Projektkosten ausmachen würde.

Theoretisch können mit dem Indikatorset die für eine Erfolgskontrolle wichtigen Fragen beantwortet werden. Es ist eine eindeutige Aussage zur Güte der Revitalisierungsprojekte möglich. Es können sogar Fragen zum Umsetzungsprozess und zu einer Zielanalyse beantwortet werden, was eher dem umfassenderen Rahmen einer Evaluation entsprechen würde.

Damit eine Aussage gemacht werden kann, müssen aber zwei Bedingungen erfüllt sein, nämlich:

- Konsens unter allen Beteiligten betreffend der zu erreichenden Ziele und
- Einigkeit über eine eventuelle Gewichtung derselben.

ZUSAMMENFASSUNG

Im konkreten Fall der Projektbeispiele „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ war dies nicht der Fall. Ziele, wie sie das Indikatorset vorsieht, waren nicht explizit gesetzt worden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden jedoch nur die Hälfte der möglichen Ziele beurteilt. Dies entspricht einer Gewichtung, wie sie die Projektleitung evtl. nicht geplant hatte. Es konnte demnach keine sichere Aussage zum Erfolg der Revitalisierungsprojekte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ gemacht werden.

Mit der vorliegenden Arbeit konnte weiter gezeigt werden, dass der Einbezug oder das Auslassen von Zielen den stärkeren Einfluss auf das Resultat hat, als das quantitative Gewichten bestimmter Ziele. Aufgrund der beschränkten Anzahl an Indikatoren und abgedeckten Zielen, mit denen in der vorliegenden Studie gearbeitet wurde, wären diese Aussagen weiter zu überprüfen. Mit der Studie konnten lediglich Tendenzen aufgezeigt werden.

EINLEITUNG

Im folgenden Kapitel soll aufgezeigt werden, welches die Hintergründe und Ziele der vorliegenden Arbeit sind. In einem ersten Schritt wird dargelegt, wozu Evaluationen und Erfolgskontrollen gedacht sind. Weiter wird die Arbeit der Arbeitsgruppe „Erfolgskontrolle“¹ (AG Erfolgskontrolle) vorgestellt, die eine Methodik für die Erfolgskontrolle von Revitalisierungsprojekten im Fließgewässermanagement entwickelt hat. Daraus werden die Fragestellungen für diese Arbeit hergeleitet.

Definition Evaluation/Erfolgskontrolle

Aufgrund der geschichtlichen Entwicklung ist die Definition des Begriffs der **Evaluation** vorwiegend durch Fachleute aus den Bereichen Soziologie, Ökonomie, Psychologie oder Politologie geprägt. „Evaluation“ umfasst in einem solchen Kontext immer die kritische Interpretation von Informationen. Sie beschäftigt sich dabei mit Projektabläufen, dem eigentlichen Vollzug der Massnahmen sowie mit der Wirkung und Wirtschaftlichkeit der Projekte (Bussmann 1995 aus (Bratrich 2004)). Im Gegensatz zum Monitoring steht bei der Evaluation die Frage nach dem „warum“ im Zentrum. Evaluation definiert sich damit stark über ihren erklärenden und forschenden Charakter. Folglich gehört das umfassende und systematische Sammeln, Analysieren und Interpretieren der Information zum Kerngeschäft der Evaluation (Rossi et al. 1988 aus (Bratrich 2004)).

Wenn sich eine Untersuchung hingegen in erster Linie auf den Grad der Zielerreichung konzentriert und damit die „Zielverwirklichung“ mit dem ursprünglich angestrebten „Soll-Wert“ vergleicht, so spricht man von „**Erfolgskontrolle**“ im engeren Sinne (Hellstern und Wollmann 1984a aus (Bratrich 2004)). Häufig sind Erfolgskontrollen auf die konkrete Ebene einzelner Projekte ausgerichtet, um dort gezielt Korrektur- oder Optimierungsvorschläge vornehmen zu können (Maurer und Fridli 1999 aus (Bratrich 2004)).

1.1. Ausgangslage

1.1.1. Evaluationen – Weshalb

Evaluationen sind „[...] eine Investition in die Menschen und den Fortschritt“ (Guba und Lincoln 1989 aus (Läubli-Loud 1997; Seite 5)). Evaluationen sind nicht Selbstzweck, sie dienen folgenden Zielen²:

- Grundlagen schaffen für Verbesserungen
- Bereitstellen von Informationen für die Entscheidungsfindung
- Lernprozesse in der Organisation unterstützen
- Neues Wissen über den Evaluationsgegenstand generieren
- Verdienst oder Wert des Evaluationsgegenstandes feststellen (PR)
- Geleistete Arbeit legitimieren
- Geleistete Arbeit kontrollieren
- Neues Wissen über Evaluation schaffen

¹ Arbeitsgruppe verschiedener Spezialisten an der EAWAG in Kastanienbaum und Dübendorf.

² Resultate einer Umfrage unter Mitgliedern der Evaluationsgesellschaft Deutschlands (DEGEVAL) und der Schweiz (SEVAL) und unter Teilnehmern einer Evaluationsveranstaltung des Instituts für Erziehungswissenschaften der Universität Salzburg zum Zweck von Evaluationen (Stockbauer 1999); Reihenfolge gemäss % Zustimmung.

1.1.2. Stand Evaluationen in der Praxis

Sowohl die Öffentlichkeit, der Auftraggeber, der Auftragnehmer und die Wissenschaft haben demzufolge ein Interesse daran, dass evaluiert wird. "Diese offensichtliche Frage wird in der Praxis jedoch nur mit relativ wenig Nachdruck untersucht. Eine mangelhafte und oft unvollständige Dokumentation über den Verlauf der Projekte steht im krassen Gegensatz zu den vielen und aufwändigen Untersuchungen. Weder international noch in der Schweiz liegen hinreichend viele Publikationen vor, die Auskunft über den Erfolg oder Misserfolg der Renaturierungsmassnahmen geben könnten." (Allen et al. 1997, Bash und Ryan 2002, Bisbal 2001, Brookes 1995, Buijse et al. 2002, Kirchhofer und Breitenstein 2000, pers. Mitteilungen BWG aus (Bratrach 2004; Seite 20/21))

Als Hinderungsgründe nicht zu evaluieren werden, neben der Tatsache, dass Misserfolge nicht gerne veröffentlicht/ kommuniziert werden, zunächst einmal finanzielle Gründe geltend gemacht (inkl. Personal- und Zeitmangel). Aber auch die Problematik, dass Finanzierung, Durchführung und Monitoring oft verschiedene Zeithorizonte haben, wird als weiterer Hinderungsgrund angeführt (Kondolf und Micheli 1995). Projekte sind überdies oft ausserhalb eines wissenschaftlichen Bezugsrahmen angesiedelt und es fehlen das Wissen und die Instrumente, wie Evaluationen vorzunehmen sind (Kondolf und Micheli 1995). In Bezug auf Fließgewässer Revitalisierungen liegt keine einheitlich festgelegte Erfolgsdefinition vor (Brookes 1995, Hobbs und Harris 2001, Jackson et al. 1995 aus (Bratrach 2004)). Die Begriffsdefinition ist stark geprägt durch die subjektive Sicht der jeweiligen AutorInnen. Auch die Parameterwahl ist oft von Kenntnissen des Bearbeiters und der Einfachheit der Methoden abhängig (Marti und Stutz 1993 aus (Graute 2002)) (Fairweather 1999). In den meisten Fällen beschränken sich die Untersuchungen auf biologische Erhebungen, insbesondere mit Schwerpunkt auf Fische, ferner aber auch auf Habitats, welche untersucht werden (Streule 2000) (Kondolf 1995) (Bash und Ryan 2002). Oft fehlen Daten, die es erlauben, konkrete Vergleiche mit der Situation vor Projektbeginn zu ziehen (Graute 2002) (Downs und Kondolf 2002) (Jungwirth et al. 2002).

1.1.3. Stand Evaluationsmethodik

Monitoringmassnahmen zusammen mit dem Projekt zu planen und die Finanzierung dafür zu sichern, sind Aspekte eines guten Managements. Ebenso gehören zu einem erfolgversprechenden Projekt das Setzen klarer Ziele sowie eine korrekte Informationspolitik. Die übrigen unter Kapitel 1.1.2. genannten Gründe stellen aber direkte Anforderungen an die Wissenschaft, attraktive und geeignete, in der Praxis anwendbare Methoden zur Durchführung von Evaluationen und Erfolgskontrollen zu entwickeln sowie Ziele zu definieren.

Es werden also Methoden gesucht, die

- keinen grossen finanziellen und personellen Aufwand erfordern,
- breit akzeptiert und anwendbar sind,
- attraktiv kommunizierbare Resultate liefern,
- bei der Zielsetzung hilfreich sind,
- auf Mängel beim Projekt hinweisen und gleichzeitig
- konkrete Hinweise zu Verbesserungsmöglichkeiten des aktuellen sowie zukünftiger Projekte liefern.

1.1.4. Arbeit der AG Erfolgskontrolle

Wie bereits dargelegt, braucht es für ein erfolgreiches Projekt wie auch die zugehörigen Erfolgskontrollen eine gute Zieldefinition. Aus den Ausführungen der vorangehenden Abschnitte geht jedoch hervor, dass es wichtig ist, bei einer Erfolgskontrolle nicht nur das Resultat, sondern auch das „Wie“ und „Warum“ zu betrachten. Um den Erfolg oder den Misserfolg von Projekten im Fließgewässermanagement erklären zu können, braucht es mehr als nur ein Instrumentarium zur Beurteilung der ökologischen Zustandsverbesserung. Zentral sind auch Aspekte der Planung und der Durchführung solcher Projekte (Bratrich 2004).

An der EAWAG hat sich die AG Erfolgskontrolle zum Ziel gesetzt, eine Methodik zur Bewertung von Revitalisierungsprojekten im Fließgewässermanagement zu entwickeln. Sie hat dazu ein Indikatorset entwickelt, welches auf Ober- und Unterzielen beruht, die mittels verschiedener Indikatoren gemessen werden. Ziel der AG Erfolgskontrolle ist es, mit dem Indikatorset eine Methodik zu bieten, welche ökologische und sozioökonomische Aspekte beinhaltet. Damit sollen Revitalisierungen gefördert werden, welche die Wiederherstellung sowohl von Arten als auch Funktionen und Dienstleistungen von Fließgewässern anstreben und gleichzeitig soziale Aspekte und Aspekte einer guten Projektführung beinhalten (Konzeptentwurf der AG Erfolgskontrolle Stand Juni 2004).

Oberziele	Unterziele
Hydrogeomorphologie	Hydraulik und Morphologie
	Sedimentregime
	Temperaturregime
	Longitudinale Vernetzung
	Laterale Vernetzung
Biodiversität	Vertikale Vernetzung
	Stabilität Flussbett
	Habitatsdiversität
	Charakteristische Flora
Dienstleistungen des Ökosystems	Charakteristische Fauna
	Rückhalt organisches Material
	Hochwasserrückhalt
	Hochwasserschutz
	Grundwasserschutz
Prozessorientierte Ziele	Erholungswert
	Akzeptanz
	Finanzielle Optimierung
	Stakeholderpartizipation

Abbildung 1: Zielhierarchie Stand AG Erfolgskontrolle Dezember 2004. Die Unterziele werden mit Indikatoren gemessen, siehe dazu Abbildung 3.

Mit dem Indikatorset wird vor und nach den Revitalisierungsmassnahmen eine Zustandsermittlung durchgeführt und durch den vorher-nachher Vergleich der Datensätze kann der Erfolg der Massnahmen gemessen werden.

Durch ein dynamisches und optisch ansprechendes Verfahren sollen zukünftige Anwender dieses Indikatorsets entweder von den Revitalisierungsmassnahmen zu möglichen Projektzielen³ und entsprechenden Indikatoren oder umgekehrt von gesetzten Zielen zu geeigneten Massnahmen geleitet

³ In der Praxis ist es oft so, dass die Projektleitung eine bestimmte Massnahme im Auge hat und erst dann mit der Planung beginnt.

1.1. Ausgangslage

werden. Dabei sollen Wahlmöglichkeiten bezüglich des Zeitrahmens und der Häufigkeit von Erfolgskontrollen und Wahlmöglichkeiten bezüglich der zur Verfügung gestellten finanziellen Mittel offen gelassen werden.

1.2. Zielfrage

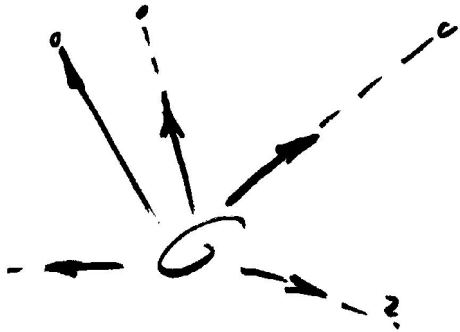


Abbildung 2: welche Ziele sollen mit welchen Zielsetzungen angestrebt werden?

Bundi et al. (2000) vertreten die Meinung, dass es ausser Frage steht, dass die ökologische Qualität der Schweizer Flüsse verbessert werden muss, dass aber Renaturierungen fast nie möglich sind, u. a. da die sich entgegenlaufenden Nutzungsinteressen von Natur und Mensch nur Kompromisse zulassen. Deshalb sollen sie nur im Sinne von Bradshaw (1996) revitalisiert werden. Revitalisierung bedeutet hier, etwas in einen früheren Zustand zurückzusetzen, ohne den Originalzustand wiederherstellen zu wollen. Doch selbst bei dieser reduzierten Zielsetzung bleibt die Frage, was denn verbessert werden soll. Zielkonflikte sind nicht auszuschliessen.

Bei einem Revitalisierungsprojekt stehen sich verschiedene Interessengruppen gegenüber, die unterschiedliche Ziele verfolgen. Fischer haben eine andere Vorstellung eines gelungenen Revitalisierungsprojektes als Erholungssuchende, Landwirte haben andere Erwartungen als Naturschützer. Die Wissenschaft selber ist sich oft nicht einig, was es prioritär zu berücksichtigen gilt: Funktionen, Prozesse oder Strukturen (Nutter 2003).

Es ist deshalb von grösster Wichtigkeit, alle relevanten Akteure von Beginn weg zu berücksichtigen und mit einzubeziehen und sich im Voraus und in einem transparenten und allseits akzeptierten Verfahren auf Ziele zu einigen.

1.3. Aufgabenstellung

Ausgehend von den Problemen und Anforderungen aus der Praxis und dem vorläufigen Produkt der AG Erfolgskontrolle ist das Ziel dieser Pilotstudie einen Teil der Indikatoren zu testen: lassen sich die Anforderungen aus der Praxis und jene der Wissenschaft sinnvoll zusammenbringen? Im Folgenden soll der Untersuchungsgegenstand näher eingegrenzt werden. Weiter werden die Fragestellungen aufgestellt, die es im Rahmen der Arbeit zu beantworten bzw. zu verifizieren gilt.

1.3.1. Ziele der Arbeit

Das Indikatorset, bestehend aus den für diese Arbeit gewählten fünfzehn Indikatoren, wird daraufhin untersucht, ob es den Ansprüchen einer Erfolgskontrolle gerecht wird.

Es soll hier jedoch nicht über einzelne Ziele im Indikatorset geurteilt werden. Die Zielsetzungen (Wahl der Ziele und Wahl der im Detail zu erreichenden Sollwerte) beeinflussen das Projekt und dessen Erfolgsbeurteilung wesentlich, basieren aber auf Werthaltungen und entziehen sich damit einer rein wissenschaftlichen Betrachtung.

Mit dem Indikatorset der AG Erfolgskontrolle können zudem nicht alle Aspekte von Revitalisierungsprojekten evaluiert werden. Einige Ziele („Arbeitsplatzverlust/ -schaffung“, „chemische

1.3. Aufgabenstellung

Integrität“ oder „natürliches Abflussregime“) werden von kleinräumigen Projekten, wie sie in der Schweiz realisiert werden können, nicht wesentlich beeinflusst und wurden deshalb von der AG Erfolgskontrolle bewusst ausgelassen. Bezüglich gewisser Fragestellungen hingegen (spezielle ökologische Interessen) sind zusätzliche Beurteilungsparameter beizuziehen, wie z. B. Vögel oder Amphibien.

Für eine gut abgestützte Beurteilung sollten min. zwei Unterziele aus jedem Oberziele gewählt und gemessen werden⁴. Für die Beurteilung eines Projektes im Sinne des Indikatorsets und im Sinne von Bratrich (2004) wäre es zudem wichtig zu wissen, wie die Bevölkerung zu den Zielen und zum Verlauf des Projektes steht (d. h. die Ziele „Partizipationsprozess“ und „politische Akzeptanz“ abzudecken). Es können aber im zeitlich engen Rahmen dieser Arbeit nicht alle Ziele und Indikatoren getestet werden.

Es ist weiter im Rahmen dieser Arbeit nur beschränkt möglich auf den Aspekt der Objektivität der Indikatoren einzugehen. Verschiedene Personen sollten zu denselben Resultaten kommen. Dies kann nur diskutiert und nicht getestet werden. Weiter wäre es auch wichtig, die Indikatoren an verschiedenen Fließgewässern, insbesondere verschiedener Grössen zu testen.

1.3.2. Fragestellungen

Für das Beantworten der in der Zielsetzung gestellten Aufgabe wird mit zwei Fragestellungen gearbeitet:

Fragestellung 1: Sind die verwendeten Indikatoren in der Praxis brauchbar? Erfüllen sie bestimmte Kriterien, die den sozioökonomischen Rahmen des Projektes mitberücksichtigen?

Fragestellung 2: Ist mit dem Indikatorset, bestehend aus den gewählten fünfzehn Indikatoren, eine eindeutige Aussage zur Güte von Revitalisierungsprojekten möglich?

⁴ Stand AG Erfolgskontrolle von Anfang Dezember 2004.

METHODIK

In diesem Kapitel sollen – basierend auf den Gründen, weshalb trotz vieler Vorteile selten Erfolgskontrollen durchgeführt werden, sowie basierend auf den Ansprüchen aus Praxis und Wissenschaft – Kriterien zusammengestellt werden, welche die Methodik einer Erfolgskontrolle erfüllen muss. Ferner werden die Untersuchungsstandorte charakterisiert und die Indikatoren gewählt, welche für die Untersuchungen verwendet werden.

2.1. Grundlagen zu den Hypothesen

2.1.1. Anforderungen an Indikatoren

Fragestellung 1: Sind die verwendeten Indikatoren in der Praxis brauchbar? Erfüllen sie bestimmte Kriterien, die den sozioökonomischen Rahmen des Projektes mitberücksichtigen?

Indikatoren sind Zeichen, die komplexe Zusammenhänge aus möglicherweise verschiedenen Quellen auf eine einfache und leicht verständliche Botschaft reduzieren und sie so strukturieren, dass Handlungsoptionen daraus abgeleitet werden können. Sie können Zustand oder Veränderung anzeigen, können als Warnsignale dienen oder als Zeichen, was die Veränderungen bewirkt hat. Sie können weiter vergangene, aktuelle wie auch zukünftige Veränderungen aufzeigen (Kurtz et al. 2001) (Cairns et al. 1993). Im Übrigen reagieren sie auf eine bekannte Art und Weise auf Veränderungen (Innis et al. 2000). Im politischen und kulturellen Umfeld, in welches die meisten Projekte eingebettet sind, ist zudem wichtig, wie die Resultate kommuniziert werden können. Dabei können sich leicht Zielkonflikte zwischen den verschiedenen Ansprüchen ergeben. Daten zu einem spezifischen Standort z. B. sind wichtig für ein Projekt aber schwieriger zu kommunizieren, da nicht verallgemeinerbar (Niemi 2004).

Ein Indikator kann kaum alle Funktionen gleichzeitig erfüllen. Deshalb ist es wichtig, die für den spezifischen Gebrauch wichtigen Indikatoren zu finden und zu wählen. Dabei ist speziell auf die Ziele des Projektes zu achten, aber auch auf die räumlichen und zeitlichen Gegebenheiten sowie die dem Projekt gesetzten praktischen Grenzen (oft finanzieller Art). Ein Minimum an Anforderungen muss ein Indikator aber erfüllen. Die gewählten Indikatoren sollen auf ihre Anwendbarkeit und Relevanz hin beurteilt werden. Dies soll mit folgenden Kriterien geschehen⁵:

1. Ist der Indikator relevant, d. h. nicht redundant sowie integrativ? (Relevanz)
2. Beruht der Indikator auf wissenschaftlich begründeten Annahmen?⁶ (Wissenschaftlichkeit)
3. Schadet man dem System beim Messen? (Schädlichkeit)
4. Reagiert der Indikator sensitiv auf menschliche Einflüsse (d. h. Projektanstrengungen)? (Sensitivität)
5. Weist der Indikator eine kleine und bekannte natürliche Varianz auf? (Varianz)
6. Vereinfacht der Indikator komplexe Zusammenhänge zu einfach verständlicher, strukturierter Informationen?⁷ (Verständlichkeit)

⁵ Basierend auf Überlegungen aus dem Kapitel 1.1. und basierend auf der Grundlage folgender Artikel: (Dale und Beyeler 2001) (Bundi et al. 2000) (Kondolf und Micheli 1995) (Henry und Amoros 1995) (Angermeier und Karr 1994) (Lorenz et al. 2001) (Chapman 1999) (Bunn und Davies 2000) (Kurtz et al. 2001) (Innis et al. 2000) (Lorenz et al. 1997) (Cairns et al. 1993).

⁶ Dem Indikator kann eine eindeutige Wirkung zugeordnet werden (Reliabilität) und die Resultate sind korrekt, verifizier- und reproduzierbar (Validität).

⁷ Die vom Indikator gewonnene Information lässt sich auf wenigen Zeilen so ausdrücken, dass sie ein Laie versteht.

2.1. Grundlagen zu den Hypothesen

Die Indikatoren werden gemäss den Kriterien mit Punktezahlen bewertet. Pro Kriterium können maximal 10 Punkte vergeben werden. Erreicht ein Indikator nur 50% der möglichen Punkte, wird er verworfen. Kriterium 2 gilt als „Killer“-Kriterium⁸. Sind die Ziele nämlich einmal gesetzt (und damit die Grössen, welche die Indikatoren zu messen haben) sind die wissenschaftliche Grundlage und Objektivität die wichtigsten Bedingungen an einen Indikator (Niemeijer 2002 aus (Niemi 2004)) (Niemi 2004) (Dale und Beyeler 2001).

In einem zweiten Schritt wird zusätzlich der für die Erhebungen benötigte Aufwand beurteilt. Das Indikatorset ist so konzipiert, dass je nach verfügbarem Budget zwischen verschiedenen Aufwandsstufen gewählt werden kann. Deshalb sind die Kosten in dieser Auswertung kein Kriterium, welches Indikatoren ausschliessen könnte. Der maximal zulässige Aufwand für einen Indikator wird schliesslich bestimmt durch die Anzahl Ziele, die eine Erfolgskontrolle zu messen hat und der Anzahl und Art der anderen Indikatoren. Erst das Indikatorset als Ganzes darf das je nach Projekt mehr oder weniger enge Budget nicht überschreiten.⁹

2.1.2. Anforderungen an Erfolgskontrollen

Fragestellung 2: Ist mit dem Indikatorset, bestehend aus den gewählten fünfzehn Indikatoren, eine eindeutige Aussage zur Güte von Revitalisierungsprojekten möglich?

Bratrich (2004) schlägt vor, den Projekterfolg im Fließgewässermanagement erstens anhand der tatsächlichen und dauerhaften ökologischen Wirkung zu messen, die im Vergleich zu einer Referenz einen kausalen und beständigen Zusammenhang zu den Verbesserungsmaßnahmen zeigt (Wirkungskontrolle). Zweitens soll der Projekterfolg anhand des tatsächlichen Verbrauchs der Projektressourcen (Umsetzungskontrolle) beurteilt werden. Drittens seien die Akzeptanz und/ oder Unterstützung der Bevölkerung (Akzeptanz der Ziele und dafür eingesetzten Ressourcen, d. h. Zielanalyse und Verfahrenskontrolle) zu messen. Sie stützt sich dabei auf die Idee der Nachhaltigen Entwicklung, wie sie im Brundtland Bericht definiert wurde und mittlerweile breit abgestützt und anerkannt wird.

In einer Evaluation von Revitalisierungsprojekten sollten demnach folgende Fragen beantwortet werden können¹⁰:

1. Wirkungskontrolle: werden die geplanten Zustandsänderungen erreicht (qualitativ und quantitativ)?¹¹

Kann zwischen dem Nachher-Wert und der Kontrolle ein signifikanter Unterschied festgestellt werden?

Entspricht der Nachher-Wert dem Soll-Wert der Projektzieldefinition?

2. Umsetzungs- und Verfahrenskontrolle: wurden die Ressourcen planmässig und effizient genutzt?

War der Umsetzungsprozess effektiv, d. h. wurden die formulierten Umsetzungs- und Verfahrensziele erreicht?

⁸ Erfüllt der Indikator dieses Kriterium nicht, wird er verworfen – unabhängig von den Resultaten der anderen Kriterien.

⁹ Der Kanton Bern verwendete in den Jahren 1998-2001 6% der Gelder aus dem Renaturierungsfonds für Studien und Gutachten. Allgemein wird je nach Projektgrösse mit 2 bis maximal 10% des Projektbudgets für Evaluation gerechnet (Mitteilung K. Peter 2004; Evaluationen, Projektmanagement, Consulting). Für die Berechnungen werden die Personalkosten mit einem Stundenansatz von 100CHF für Spezialisten und 50CHF für nicht Spezialisten verrechnet.

¹⁰ Die hier gewählten Begriffe stammen aus (Buwal 1999).

¹¹ Diese Frage entspricht der eigentlichen Erfolgskontrolle im engeren Sinn. Siehe Definition auf Seite 9.

2.1. Grundlagen zu den Hypothesen

Ist das Kosten-Nutzen Verhältnis, das Verhältnis zwischen den eingesetzten Ressourcen und den erreichten Zielen, zufrieden stellend?

3. Zielkontrolle: Sind die Ziele eines Projektes zweckmässig, verglichen mit dem Ausgangszustand der Landschaft und den übergeordneten Vorgaben und Rahmenbedingungen?

Sind die erreichten Veränderungen relevant?

2.2. Auswahl der Indikatoren

Indikatoren sollen die wichtigen Parameter messen können. Aus praktischen Gründen wie auch aus Gründen, die den sozialen Kontext betreffen, müssen Indikatoren aber noch andere Kriterien erfüllen. Viel wichtiger als die adäquaten Indikatoren zu wählen ist deshalb die Auswahl des Sets von Indikatoren für ein Projekt. Idealerweise sollte ein Set Schlüsselinformation zu Struktur, Funktion und Zusammensetzung eines Systems liefern (Dale und Beyeler 2001) und alle benötigten räumlichen und zeitlichen Skalen abdecken.

Die Indikatoren für die vorliegende Arbeit werden aufgrund folgender Überlegungen zusammengestellt: Aus jedem Bereich „Oberziele“ wird wenn möglich mindestens ein Indikator gewählt. Ausserdem wird Indikatoren, welche sich für Aufweitungen, aber auch sonst für die meisten Projektarten eignen, der Vorzug gegeben.¹² Zudem wurden Indikatoren gewählt, die wenn möglich integrierend sind, also Aussagen zu verschiedenen Zielen machen können, damit möglichst viele Unterziele abgedeckt sind. Für eine Beurteilung, die ein Minimum an Abstützung hat, sollten min. zwei Unterziele aus jedem Oberbereich in die Beurteilung einbezogen werden¹³.

Folgendes Set von Indikatoren wird gewählt:

Oberziele	Unterziele	Indikatoren
Hydrogeomorphologie	Hydraulik und Morphologie	Wasserspiegelbreitenvariabilität Verteilung der max. Abflusstiefe Verteilung der Fließgeschwindigkeit Innere Kolmation
	Sedimentregime Temperaturregime	
	Longitudinale Vernetzung Laterale Vernetzung	Fische: Artengefüge Schwemmholz Uferlänge Innere Kolmation
	Vertikale Vernetzung Stabilität Flussbett Habitatsdiversität	Schwemmholz Uferlänge Wasserspiegelbreitenvariabilität Verteilung der max. Abflusstiefe Verteilung der Fließgeschwindigkeit Pool-riffle Verhältnis Substratheterogenität
Biodiversität	Charakteristische Flora Charakteristische Fauna	Fische: Artengefüge Fische: ökologische Gilden
	Rückhalt organisches Material	Schwemmholz Uferlänge
Dienstleistungen des Ökosystems	Hochwasserrückhalt Hochwasserschutz Grundwasserschutz Erholungswert	Besucherzahlen Variabilität der Nutzungsformen Zugänglichkeit
Prozessorientierte Ziele	Akzeptanz Finanzielle Optimierung	Projektkosten Kosten-Nutzen Verhältnis
	Stakeholderpartizipation	

Abbildung 3: Zielhierarchie und Indikatoren basierend auf der Arbeit AG Erfolgskontrolle Stand Dezember 2004.

¹² Bei den Projekten „Schäffäuli“ und „Güttighausen“ handelt es sich um Aufweitungen.

¹³ Stand AG Erfolgskontrolle von Anfang Dezember 2004.

2.3. Vorgehen

Für die Beurteilung der Indikatoren werden Erhebungen im Feld an der Thur durchgeführt. Somit können die einzelnen Indikatoren vom praktischen Standpunkt her verbessert oder verworfen werden¹⁴. Beispielhaft werden die Revitalisierungsprojekte an der Thur („Schäffäuli“ und „Güttighausen“) mit den gewonnenen Daten auf ihren Erfolg hin beurteilt.¹⁵ Dazu werden die dort erhobenen Daten, die dem „Nachher“ einer Revitalisierung entsprechen, mit einer hypothetischen räumlichen Kontrolle verglichen, die dem „Vorher“ entspricht.

2.3.1. Kontrolle und Referenz

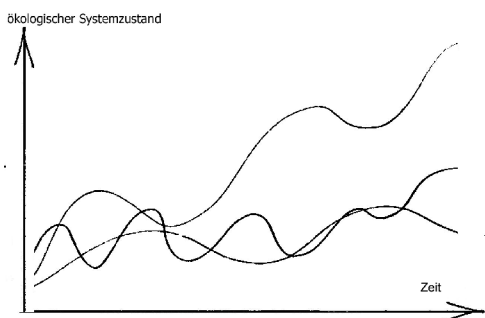


Abbildung 4: mögliche Veränderung des ökologischen Zustandes von Standorten im Verlaufe der Zeit, z. T. unabhängig von Revitalisierungsprojekten.

Um ein Revitalisierungsprojekt beurteilen zu können, muss man einerseits einen Referenzzustand und andererseits einen Kontrollzustand haben. Idealerweise müssten mehrere Kontroll¹⁶- und Referenzstandorte¹⁷ zur Verfügung stehen (Chapman 1999). Allgemein ist es ein schwieriges Unterfangen, Zustände in einem so dynamischen Kontext wie es Fließgewässer sind zu bestimmen. Die Variabilität in allen möglichen Zeit- wie auch räumlichen Skalen ist gross (Ward et al. 2001) (Chapman 1999) (Nijboer et al. 2004) (Frissell et al. 1986). Während sich ein Standort natürlicherweise „verbessern“ oder erholen kann, verändert sich ein weiterer aus anderen Gründen als angenommen.

Referenz- und Kontrollstandorte können auf verschiedene Art und Weise gewählt werden. Es können vergleichbare Standorte in der näheren Umgebung gesucht werden. Für diesen räumlichen Ansatz stehen in der Schweiz genügend Kontrollstandorte zur Verfügung, für Referenzstandorte hingegen – möglichst natürliche und unbeeinflusste Gewässer – wird es schwieriger geeignete Möglichkeiten zu finden. Andere Ansätze, neben dem räumlichen, sind historische Daten zu verwenden, Modellierung, oder aber auf Expertenmeinung zurückzugreifen. Alle Methoden haben ihre Schwächen, von Kostenintensität und Subjektivität bis zu variabler Datenqualität (European Commission 2003) (Nijboer et al. 2004).

Für die vorliegende Arbeit wird vor allem aus Mangel an entsprechenden Datensätzen aus der Zeit vor der Revitalisierung (zeitliche Kontrolle) der räumliche Ansatz als Kontrolle gewählt. Damit örtliche Besonderheiten nicht einen zu grossen Einfluss auf die Kontrolle haben, wird mit dem Durchschnitt von zwei Standorten eine hypothetische Kontrolle konstruiert. Die revitalisierten Standorte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ werden mit den Standorten „Weinfeld“ und „Frauenfeld“ verglichen und bewertet. Die Referenz wird im Indikatorset indikatorspezifisch vorgegeben. Der Indikatorwert 1 entspricht jeweils dem Idealzustand. Bei einigen Indikatoren ist es aber schwierig, einen solchen zu definieren, weil keine Erfahrung mit solchen Erhebungen besteht.

¹⁴ Entspricht der Fragestellung 1.

¹⁵ Entspricht der Fragestellung 2.

¹⁶ Ein Kontrollstandort dient dazu, aufzuzeigen, wie die Situation ohne Projekt aussähe.

¹⁷ Bundi et al. (2000) definieren den Referenzzustand in der Schweiz als einen Standort mit relativer ökologischer Integrität, ohne Verbauungen, ohne Veränderung des natürlichen Fließregimes durch Wasserkraftnutzung oder Bewässerung etc., mit einer Vegetation in der Umgebung, die dem natürlichen Zustand angemessen ist, und höchstens wenig chemischer Belastung und Temperaturerhöhung durch anthropogene Einflüsse.

2.4. Untersuchungsstandorte

Die vier Standorte befinden sich alle an der Thur. Der Standort bei Güttinghausen wurde in den Jahren 1991/92 revitalisiert, im Schöffäuli wurden die Aufweitungsarbeiten 2004 abgeschlossen. „Frauenfeld“ und „Weinfeld“ entsprechen der verbauten Thur, so wie sie auf weiten Strecken zu finden ist.



Abbildung 5: begradigte Thur bei Frauenfeld.

Das Klima wird wegen der räumlichen Nähe für alle vier Standorte als vergleichbar angenommen. Die Hydrologie ist vom Abflussregime her dieselbe, abgesehen davon, dass sich die Wassermenge unterscheidet.¹⁸ Die Topografie des „Schöffäuli“ unterscheidet sich leicht von derjenigen der anderen Standorte insofern, als dass sich nördlich davon ein rund 100 m hoher Hügelzug erhebt. Alle vier Standorte befinden sich in der Ebene – daher ist auch das Gefälle in etwa dasselbe. Sie sind beidseitig oder zumindest auf einer Seite von Wald flankiert und befinden sich in landwirtschaftlich genutzter Zone.

Die Standorte sind betreffend chemischer Belastung durchaus vergleichbar. Die Thur ist bei den betreffenden Abschnitten an der Grenze zwischen mässig und deutlich belastet.¹⁹ Dies bestätigt auch eine Studie von (Dreyer 2002), welche die gewässerchemische Qualität der Thur nach Vorschlägen des Entwurfs Modul Chemie beurteilte. Durch diese Methode wird die Thur in weiten Abschnitten als ein stark mit Gesamtphosphor, Orthophosphat und DOC belasteter Fluss charakterisiert. Belastungen mit verschiedenen Stickstofffraktionen sind vergleichsweise gering. Die Vorfluter der Thur haben aufgrund höherer Nährstoffkonzentrationen meistens eine schlechtere Wasserqualität als die Thur selbst (Dreyer 2002). Dies könnte sich dahingehend auswirken, dass die beiden revitalisierten Standorte, die beide weiter flussabwärts liegen, im Vergleich zu den Kontrollen eine schlechtere Wasserqualität aufweisen. Die longitudinale Verbindung ist zwischen Bürglen und Güttinghausen nicht gegeben. Es befindet sich min. ein grosses Hindernis auf der Strecke: das Wehr bei Grüneck, das z. B. Barben und Nasen nicht überwinden können. Es muss also davon ausgegangen werden, dass die Biozönose nicht bei allen Standorten dieselbe ist.

¹⁸ Mitteilung von A. Peter.

¹⁹ Mitteilung von H. Ehmann.

2.4. Untersuchungsstandorte

Charakteristika der Thur:

Lage	nach der Aare der zweitgrösste schweizerische Rheinzfluss durchfliesst die Kantone Appenzell-Innerrhoden und -Ausserrhoden, St. Gallen, Thurgau und Zürich
Länge	127km
Höhendifferenz	1150m
Einzugsgebiet	1'750km ² ; gespeisen von rund 450 Bächen und Flüssen
Abfluss	durchschnittlich 47m ³ /s; Extrema zwischen 5m ³ /s und >1000 m ³ /s kann wegen fehlender Rückhalteräume innerhalb eines Tages um das Zehnfache ansteigen
Aktuelle Morphologie	überwiegend begradigt und kanalisiert auf ca. 50-70m Breite einige Aufweitungen von unterschiedlicher Länge (50 bis 1000m) keine Seen oder grösseren Stauanlagen
Morphologische Eingriffe	1. Korrektur (Ende des 19. Jh.): systematische Kanalisierung und Entwässerung 2. Korrektur (seit 1987): nach verheerenden Überschwemmungen in den Jahren 1977 und 1978 verschiedene Hochwasserschutzmassnahmen

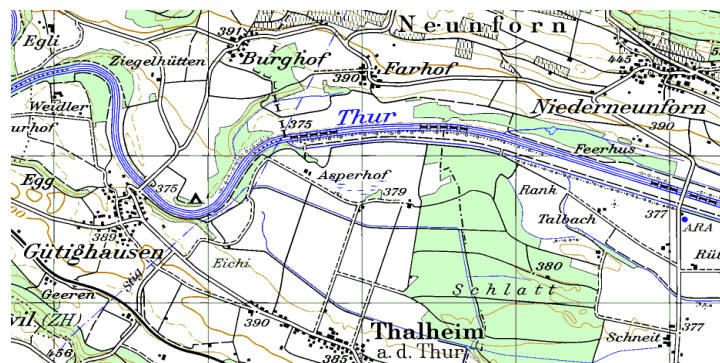


Abbildung 6: LK 1:50 000, Blatt 216. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo BA056764.

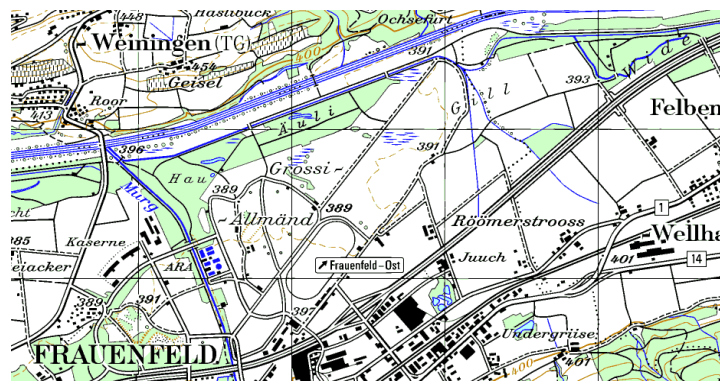


Abbildung 7: LK 1:50 000, Blatt 216. Reproduziert mit Bewilligung von Swisstopo BA056764.

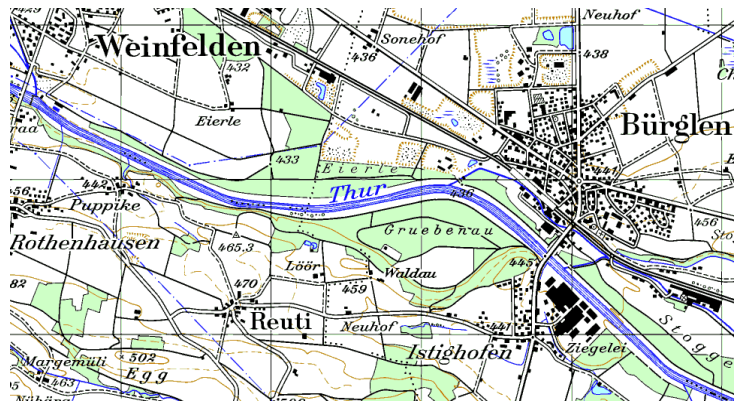


Abbildung 8: LK 1:50 000, Blatt 217. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo BA056764.

RESULTATE

3.1. Auswertung Indikatoren

Im Folgenden sollen die Indikatoren einzeln und entsprechend der Kriterien²⁰ ausgewertet werden. Die Indikatoren werden jeweils thematisch zusammengefasst und bezüglich der Unterziele diskutiert, die sie zu messen haben.

In einem ersten Schritt wird beschrieben, wie die Daten erhoben werden und welches dabei die spezifischen Probleme sein können, respektive, worauf zu achten ist. Dies bezieht sich auf den Aspekt der Reliabilität, der Teil des Kriteriums 2 „Wissenschaftlichkeit“ ist. Ein Indikator soll das, was er messen soll, genau messen. Die Diskussion erfolgt unter anderem aufgrund der mit dem Indikator gewonnenen Resultate.

In einem zweiten Schritt wird in einer Box in jeweils möglichst wenig Worten das Wichtigste bezüglich der Indikatoren und des Zusammenhanges mit dem Ziel zusammengefasst. Ein Laie sollte damit verstehen, worum es geht (Kriterium 6, „Verständlichkeit“).

In einem dritten Schritt wird auf den Zusammenhang zwischen dem zu messenden Ziel und dem Indikator eingegangen. Dies in Betracht der Validität (ebenfalls Kriterium 2): Ein Indikator soll messen, was er messen soll.

Soweit es für das Verständnis notwendig ist, wie es zur Bewertung des Indikators bezüglich der weiteren Kriterien kommt, werden auch diese Aspekte diskutiert.

Unter Kapitel 3.2. werden am Schluss des Kapitels die resultierenden Beurteilungen der Indikatoren in einer Tabelle zusammengefasst.

²⁰ Siehe Kapitel Methodik 2.1.1.

3.1.1. Der Indikator „Innere Kolmation“

Lagern sich Schwebstoffe in der Fliessgewässersohle ab (innere Kolmation), bewirkt das einerseits die Reduktion der Sohlendurchlässigkeit für Wasser, andererseits bewirkt es die Verringerung des Porenraumes, der als Lebensraum für Organismen wichtig ist.

In naturnahen alpinen und voralpinen Einzugsgebieten ist temporäre Kolmation ein natürlicher Prozess, der regelmässig durch Hochwasser rückgängig gemacht wird. Kolmation der Flusssohle wird durch verschiedene Faktoren des Flusswassers beeinflusst und verursacht (Brunke und Gonser 1997): durch physikalische Faktoren wie Scherkraft, Schwebstoffmenge, Fliessgeschwindigkeit und -richtung, durch chemische Faktoren wie Art und Menge des gelösten organischen Materials, welches Sorptionsprozesse kontrolliert, und durch die Aktivität von Mikroorganismen. In Schweizer Fliessgewässern dürfte die biologische Kolmation jedoch eine untergeordnete Rolle spielen (Schälchli 1993). Als Gründe für konstante Kolmation können demnach die Verminderung von Hochwasserspitzen, eine grössere Reduktion der Fliessgeschwindigkeit oder eine massive Reduktion der Geschiebefracht angeführt werden (Wasserkraft: Restwasserzonen, Schwall-Sunk-Gebiete) (Schälchli 1993).

3.1.1.1. Erhebungen und Ergebnisse

Für die Bestimmung der inneren Kolmation werden repräsentativ für den gesamten Perimeter Proben genommen. Die Deckschicht wird vorsichtig entfernt und die darunter liegende Unterschicht in eine der fünf Kategorien von „gar nicht“ bis „vollständig kolmatiert“ eingeteilt. Dazu wird die Sichtbarkeit von Poren sowie die Art des Materials (grob/fein, verklumpt etc.) beurteilt.

Standort	Güttighausen	Schäffäuli	Frauenfeld	Weinfeld
Indikatorwert²¹	1	0.6	–	0.5

Tabelle 1: Auswertung des Indikators „Innere Kolmation“.

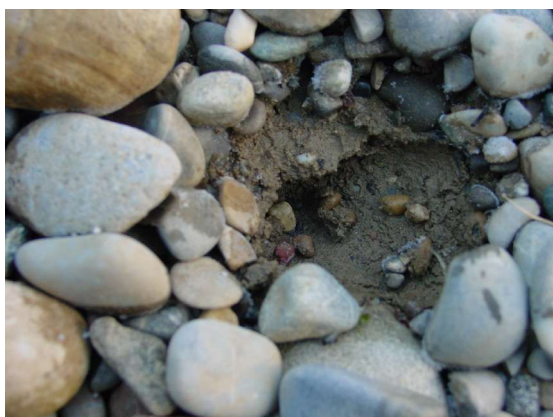


Abbildung 9: Beispiel für Erhebung des Indikators Kolmation.

Lisle (1980 aus (Schälchli 1993)) stellte fest, dass das Volumen an abgelagertem Feinmaterial im Querprofil bis zu einem Faktor 3 variiert. Diese Beobachtung stützt auch die Erkenntnisse, die Frostick, Lukas und Reid (1984 aus (Schälchli 1993)) aus ihren Untersuchungen zogen. Adams (1980 aus (Schälchli 1993)) stellte fest, dass das Ausmass der Ablagerung sowohl von Schnelle zu Schnelle als auch innerhalb von Schnellen variiert. Zwar werden bei hohen Fliessgeschwindigkeiten die Schwebstoffe besser in Schwebe gehalten, diese Sicht ist jedoch stark vereinfacht. Auch Turbulenzen und Strömungshindernisse, in deren Strömungsschatten immer noch Deposition stattfinden kann, spielen eine Rolle. Grössere Fliessgeschwindigkeiten und Sohlenschubspannungen führen gemäss der Mehrheit

der Autoren zu einer Verfestigung einerseits und zu einem tieferen Eintrag des Feinmaterials andererseits (Schälchli 1993). Zudem variiert die Durchlässigkeit – unter der Annahme eines unveränderten Sohlenaufbaus – mit dem Jahresgang der Temperatur. Schwankt beispielsweise die mittlere

²¹ arithmetisches Mittel.

3.1. Auswertung Indikatoren

Wassertemperatur im Jahresgang zwischen 5°C und 20°C, so variiert die Durchlässigkeit und mit ihr der Sickerwasserabfluss um rund 100% (Matthess und Ubell 1981²²).

Es scheint wichtig, dass die Erhebungen von ein und derselben Person durchgeführt werden, da die Einteilung in die verschiedenen Kategorien unterschiedlich gehandhabt werden können.

In Frauenfeld war es nicht möglich diesen Indikator zu erheben, da keine trocken liegenden Flächen vorliegen. In Weinfielden ergab sich nahezu dasselbe Bild: es konnten nur sehr vereinzelt und lokal Proben untersucht werden. Inwiefern diese Resultate auf die gesamte Fläche extrapoliert werden können, ist aus oben genannten Gründen daher fraglich.

3.1.1.2. Ziel „Natürlichkeit des Sedimentregimes“

Ziel: Natürlichkeit des Sedimentregimes beurteilen

Indikator:

- Kolmation

Sedimente sind Feststoffe, die in suspendierter Form vom Wasser transportiert oder als Geschiebe der Sohle entlang bewegt werden. Sedimente bilden das eigentliche Bettmaterial eines Fließgewässers. Schwebstofffrachten sind in der Regel deutlich grösser als Geschiebefrachten (das Verhältnis Rhein bei Buchs SG, bei Abfluss 500-1000m³/s und auch über das ganze Jahr gesehen, beträgt 60:1) (Bezzola Fassung WS 03/ 04). Der Anteil der Schwebstofffracht am gesamten Sedimentaufkommen nimmt vom Oberlauf zum Unterlauf zu, weil sich das Geschiebe zerkleinert und die Fließgeschwindigkeit i. d. R. abnimmt. Der Anteil an Schwebstoffen und die zeitliche Dynamik, wann diese transportiert werden, verändert sich aber auch mit Stauungen.

Die Sedimentzufuhr wird bestimmt durch geologische und topografische Gegebenheiten sowie der Erosionstätigkeit im Einzugsgebiet und von Charakteristika weiter oben liegender Flussabschnitte. Der Transport ist abhängig vom Sedimentaufkommen, von Gefälle und Abflusshöhe, Gerinne- und Sohlenform und von der Korngrößenverteilung der Sedimente (Bezzola Fassung WS 03/ 04). Eine Abweichung der natürlichen Sedimentfracht kann

- deren Zusammensetzung,
- die Menge oder
- die zeitliche Dynamik des Sedimentaufkommens betreffen.

Bei der Betrachtung eines Zeitraumes von einigen Jahrzehnten oder wenigen Jahrhunderten wird das Gefälle i. d. R. nicht stark vom vorhandenen Talgefälle abweichen. Signifikante geologische und topografische Veränderungen im Einzugsgebiet sind in diesen Zeitabschnitten nicht zu erwarten. Das Klima soll der Einfachheit halber ebenfalls als konstant betrachtet werden, weshalb auch der Abfluss nicht aus klimatischen Gründen ändern sollte. Sedimentzufuhr und Korngrösse variieren in unseren Breiten jedoch natürlicherweise je nach Jahreszeit und von Jahr zu Jahr (Bezzola Fassung WS 03/ 04). Dies aufgrund unterschiedlicher Niederschlagsmengen und Schmelzwasseraufkommen sowie saisonaler Unterschiede der Bodenbeschaffenheit (dies vor allem wegen Vegetation, Temperatur und Landwirtschaft).

Gründe für Veränderungen im Sedimentaufkommen sind aber v. a. auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen. Dies kann reduzierte Sedimentzufuhr von weiter oben liegenden Strecken sein z. B. in Folge von Kiesbaggerung oder Auflandung (Stauungen und reduzierter Abfluss). Die Rhone führt wegen Stauungen

²² Mitteilung von E. Hoehn.

3.1. Auswertung Indikatoren

schätzungsweise nur noch 5% der Sedimentmenge im Vergleich zu vor Hundert Jahren (Allan 1995). Durch Stauungen ändert ebenfalls die Zusammensetzung und Dynamik der Sedimentfracht. Der Anteil an Schwebstoffen wird erhöht und durch Zurückhalten und Reduzieren von Hochwasserspitzen verteilt sich die Schwebstofffracht regelmässiger über das ganze Jahr. Veränderungen in der Nutzung im Einzugsgebiet und v. a. vermehrte Erosion können zu höheren Schwebstofffrachten führen. Auch das Vorhandensein oder Fehlen von Ufervegetation kann ein wichtiger Einflussfaktor auf die Menge des eingetragenen Materials sein (Schälchli 1993).

Fazit: Innere Kolmation wird durch Hochwasser aufgehoben und sagt damit auch etwas über die Veränderung der Dynamik des Sedimentaufkommens auf. Der Indikator ist aber auch direkt mit der Zusammensetzung der Sedimentfracht korreliert und eignet sich daher gut für das Messen der Natürlichkeit der Sedimentfracht. Problematisch ist die natürliche Variabilität der Sedimentfracht.

3.1.1.3. Ziel „Vertikale Vernetzung“

Ziel: messen der vertikalen Vernetzung

Indikator:

- Kolmation

Die vertikale Vernetzung beschreibt die Verbindung zwischen dem Fließgewässer und dem Untergrund, insbesondere dem Grundwasser. Die Übergangszone zwischen dem oberirdisch fließenden Wasser und dem Untergrund, dem Hyporheum, ist charakterisiert durch den hydraulischen Gradienten sowie Gradienten der Chemie, Zoologie und des Metabolismus. Bei Kolmation sind diese Austauschvorgänge reduziert oder gar verhindert, Grundwasser kann nicht erneuert werden und es kann kein Grundwasser aufstossen. Somit entfallen auch die Charakteristika, die diese Zone ausmachen. Ein wichtiger Lebensraum geht verloren.

Zwischen Grundwasser und frei fließendem Wasser (d. h. mit dem fließenden Wasser als Förderband) werden Nährstoffe, organisches Material (Ghiorse und Wilson 1988, Madson und Ghiorse 1993, Wallis, Hynes und Telang 1981, Rutherford und Hynes 1987, Ford und Naiman 1989, Fiebig und Lock 1991 aus (Brunke und Gonser 1997)) und Sauerstoff ausgetauscht. Durch den Austausch von Wassermassen wird zudem in der Richtung des hydraulischen Gradienten auch die Temperatur beeinflusst.

Diese Faktoren bestimmen im Wesentlichen das Vorkommen und die Verteilung der Fauna in dieser Übergangszone (Brunke und Gonser 1997). Diese Zone bietet als Lebensraum Schutz vor grossen Prädatoren, vor Scherstress, vor extremen Temperaturen und vor Geschiebe. Sie ist zudem Refugium im Falle des Austrocknens des Gewässers (Schwoerbel 1964, 1967, Ward 1992 aus (Brunke und Gonser 1997)). Das Hyporheum bietet voraussagbare Bedingungen für die Entwicklung von Fischlaich, Insektenlarven und für Organismen in der Diapause (Pugsley und Hynes 1986 aus (Brunke und Gonser 1997)). Grundlegende Voraussetzung für die Nutzung als Lebensraum ist dabei in erster Linie die Verfügbarkeit von Raum in Form von Porenvolumen.

Der Indikator „Innere Kolmation“ sagt einerseits aus, inwiefern ein Austausch (von Organismen und Wassermassen) zwischen der freien Wassersäule und der obersten Sedimentschicht (dem Hyporheum) möglich ist. Lokal kann mit dem Indikator „Innere Kolmation“ auch etwas über den Austausch von Grundwasser mit Flusswasser ausgesagt werden: Bei lokalen upwelling Zonen (Exfiltration) entsteht weniger Kolmation als an Stellen ohne oder sogar in Zonen von Downwelling (Infiltration) (Schälchli 1992 aus (Brunke und Gonser 1997)). Liegt der Grundwasserspiegel unter der Fließgewässersohle, so nimmt mit zunehmender Filtergeschwindigkeit sowohl das Ausmass als auch die Mächtigkeit der Kolmationstiefe zu. Stösst aber

3.1. Auswertung Indikatoren

Grundwasser ins Fließgewässer auf, weil der Grundwasserspiegel über dem Wasserspiegel des Fließgewässers liegt, kann ab einer gewissen Fließgeschwindigkeit Dekolmation stattfinden. Bei Kolmation ist vertikale Vernetzung behindert oder wenig wahrscheinlich.

Fazit: Der Umstand, dass das Gerinne nicht kolmatiert ist, sagt nichts aus über das Vorhandensein und die Intensität einer vertikalen Verbindung mit. Auch Felsformationen oder andere von Natur aus undurchlässige Schichten können diese verhindern. Der Indikator „Innere Kolmation“ misst das Potential für vertikale Vernetzung, nicht aber die Verbindung selber.

3.1.2. Die Indikatoren „Variabilität der Breite“, „- der max. Tiefe“ und „- der Fließgeschwindigkeit“

3.1.2.1. Erhebungen und Ergebnisse

Die Indikatoren „Variabilität der Breite“, „Variabilität der maximalen Tiefe“ und „Variabilität der Fließgeschwindigkeit“ werden in regelmässigen Transekten quer zur Fließrichtung des Gewässers erhoben.

Die Erhebungen für die Variabilität der Breite sind mit einem Distanzmessgerät relativ problemlos durchführbar. Auch bei unzugänglichem Ufer kann die Breite durch Messen vom höher gelegenen Ufer aus relativ gut geschätzt werden. Misst man die Luftlinie zum gegenüberliegenden Ufer, so sind die (schräg) erhobenen Breiten zwar jeweils etwas verzerrt. Der Messfehler ist aber vernachlässigbar, da der Distanzmesser selber auf ganze Meter rundet.

Standort	Güttighausen	Schäffäuli	Frauenfeld	Weinfelden
Variationskoeffizient	0.17	0.19	0.02	0.03
Standardabweichung	58.46	115.57	1.15	1.5
Indikatorwert	0.34	0.38	0.04	0.06

Tabelle 2: Auswertung des Indikators „Variabilität der Breite“. Der Variationskoeffizient entspricht der Standardabweichung/arithmetisches Mittel.



Abbildung 10: begradigte Thur bei Weinfelden.



Abbildung 11: aufgeweiteter Thurabschnitt im Schäffäuli.

Mit dem Indikator „Variabilität der Breite“ wird belegt, was ziemlich offensichtlich ist: die Breite ist in den aufgeweiteten Standorten wesentlich variabler als in den Kontrollstrecken.

Sowohl die Messungen für die Fließgeschwindigkeit, und in verstärkterem Mass die der Variabilität der maximalen Tiefe, konnten in einem Fließgewässer wie der Thur nicht korrekt gemessen werden. Einerseits war die Strömung zu stark, andererseits waren gerade die interessierenden maximalen Tiefen bei Aufweitungen schnell tiefer als von Hand mit einer Messlatte gemessen werden konnte. Eine mögliche Alternative sind Messungen mit Echolot. Denkbar wäre eine Lösung mit einem schwimmenden Untersatz, der

3.1. Auswertung Indikatoren

über den Fluss gezogen wird. Eine exklusive Variante, bei der gleichzeitig Tiefe, Fließgeschwindigkeit und Abfluss erhoben werden, sind Messungen mit einem ADCP Gerät (Acoustic-Doppler Based Discharge Measurements).²³ Vom Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) werden in Abständen von einigen Jahren für grössere Flüsse die Tiefenprofile erhoben. Sie sind aber schwer erhältlich und nicht immer für die interessierenden Jahre und nicht in der gewünschten räumlichen Auflösung (i. d. R. zu wenig gemessene Querprofile) verfügbar.

3.1.2.2. Ziel „Natürlichkeit von Morphologie und Hydraulik“

Ziel: Natürlichkeit von Morphologie und Hydraulik beurteilen

Indikatoren:

- Variabilität der Breite
- Variabilität der Fließgeschwindigkeit
- Variabilität der maximalen Tiefe

Morphologie ist die Lehre der Gestalt (griech.: morphe). In der Flussmorphologie werden sowohl kleinräumige Sohlenformen als auch grossräumige Gerinneformen eines Fließgewässers beschrieben (Hunzinger 1998). Die Hydraulik beschreibt die physikalischen Charakteristika der Wassermassen eines Fließgewässers wie Abflussmenge (v. a. –tiefe), Fließgeschwindigkeit, Art der Strömung und Transportkapazität. Je variabler Morphologie und Hydraulik, umso variabler ist der Lebensraum für Pflanzen und Tiere, umso interessanter ist das Fließgewässer für verschiedene Nutzungen.

Es sind die durchschnittlichen Hochwasser, welche die Morphologie bestimmen (Wolman und Miller 1960 aus (Allan 1995)). Neben der Verfügbarkeit von Raum haben Gefälle, Morphologie, einjähriges Hochwasser, Sedimentaufkommen und -art einen massgebenden Einfluss auf die Morphologie, die ein Fließgewässer lokal ausbildet.²⁴ Es ist üblich, Fließgewässer in gerade (mit ebener Sohle oder alternierenden Bänken), gewundene oder mäandrierende und verzweigte Gerinne einzuteilen (Leopold et al. 1964, Mangelsdorf und Scheuermann 1980 aus (Bezzola Fassung WS 03/ 04)).

Bei einer Verbreiterung des Gerinnes bei sonst konstanten Bedingungen nimmt das Transportvermögen ab und es kann zu Auflandung kommen. Es bleibt gröberes Substrat zurück und die Breite hat somit kleinräumig ebenfalls einen Einfluss auf die Morphologie eines Gewässers. Die Form des Gerinnes und das Substrat ihrerseits beeinflussen die Hydraulik (Art der Strömung, Abflusstiefe, Fließgeschwindigkeit).

Fazit: Mit dem Indikator „Variabilität der Breite“ kann kleinräumig sowohl die Morphologie als auch die Hydraulik des Gerinnes beurteilt werden. Die grossräumige Sohlenform beschreibt der Indikator aber nur beschränkt, da sie noch von anderen Faktoren abhängig ist. Jedes Fließgewässer hat mit seinem Sedimentregime, seinem jährlichen Hochwasser und dem Gefälle sozusagen ein Potential für eine bestimmte Breite. Ist mehr Raum zur Verfügung als vom Fließgewässer genutzt wird, sagt das nicht unbedingt etwas über die Natürlichkeit der Morphologie aus.

Die Fließgeschwindigkeit ist ein Parameter der Hydraulik und ändert in Abhängigkeit von Gefälle, Korngrößenverteilung (Kornrauigkeit), Morphologie (Formrauigkeit) und Abfluss. Die Fließgeschwindigkeit ihrerseits beeinflusst die Morphologie, indem sie Partikel entsprechend ihrer Grösse und ihres Gewichtes sortiert. Je grösser die Fließgeschwindigkeit, desto grösser die Transportkapazität und damit die Grösse der

²³ Das Gerät kostet allerdings rund 50 000 CHF.

²⁴ Mitteilung von S. Schweizer.

3.1. Auswertung Indikatoren

Partikel, die weggetragen werden. So setzen sich Schwebstoffe bei tiefer Fließgeschwindigkeit eher ab, während mit zunehmender Fließgeschwindigkeit das Substrat gröber wird.

Fazit: Die Variabilität der Fließgeschwindigkeit beschreibt die Variabilität der Kornrauigkeit. Der Indikator „Fließgeschwindigkeit“ beschreibt damit die lokale, kleinräumige Morphologie und eignet sich nicht, Aussagen über die Natürlichkeit von Morphologie und Hydraulik in grösseren Dimensionen und Zeiträumen zu machen.

Die maximale Abflusstiefe ist ebenfalls ein Parameter der Hydraulik. Kolke²⁵ werden durch turbulente Wirbel verursacht (Hunzinger 1998) und sind wie die Bankhöhen von den Verhältnissen Flussbettbreite zu Abflusstiefe und Korndurchmesser zu Breite, resp. Korndurchmesser zu Abflusstiefe abhängig (Zarn 1997).

Fazit: Die Variabilität der maximalen Abflusstiefe an einem bestimmten Standort wird demnach durch die Variabilität der Sohlenform bestimmt. Mit zunehmender Variabilität der Breite und zunehmender Heterogenität des Substrates variiert zunehmend auch die maximale Abflusstiefe. Somit integriert der Indikator „Variabilität der maximalen Tiefe“ zu den Aussagen vom Indikator „Variabilität der Breite“ noch zusätzliche Informationen zur Kornrauigkeit.

3.1.2.3. Ziel „Natürlichkeit der Habitatdiversität“

Ziel: Natürlichkeit der Habitatdiversität beurteilen

Indikatoren:

- Variabilität der Breite
- Variabilität der Fließgeschwindigkeit
- Variabilität der maximalen Tiefe

Unter Habitat versteht man den Raum, in dem eine Art lebt (die „Adresse“) (dtv Atlas). Die physikalischen, chemischen und biologischen Parameter eines Standortes sowie deren Veränderung und Verfügbarkeit in Abhängigkeit der Zeit, machen ein aquatisches Habitat aus. Somit wird die Habitatdiversität in erster Linie von Morphologie und Hydraulik geprägt. In aquatischen Systemen ist die Diversität hoch, weil eine hohe Dynamik sowohl räumlich wie zeitlich verschiedene Habitate schafft.

Breite und Tiefe variieren in Abhängigkeit des Abflusses, des Gefälles, des Sedimentaufkommens und in gegenseitiger Abhängigkeit. Die Variabilität der Breite an und für sich spielt für Organismen keine Rolle. Was wichtig ist, sind die damit zusammenhängenden Faktoren wie z. B. die Variabilität der Fließgeschwindigkeit. Für die Variabilität der Tiefe gilt dasselbe: als Habitatcharakteristika wichtig sind die mit der Variabilität der maximalen Tiefe korrelierenden Grössen wie Temperatur und Lichtverhältnisse, Sichtschutz, Fließgeschwindigkeit und Substrat.

Fazit: Die Indikatoren „Variabilität der Breite“ und „Variabilität der maximalen Tiefe“ eignen sich gut für die Beschreibung der Habitatdiversität, da sie die für Organismen wichtigen Parameter bestimmen.

Die Fließgeschwindigkeit bestimmt den Transport von Ressourcen, entfernt Abfälle, birgt für Organismen aber auch die Gefahr weggeschwemmt zu werden (Allan 1995). Die Fließgeschwindigkeiten bei Nieder- und bei Mittelwasser bestimmen die Habitatbedingungen in einem Gewässer während der meisten Zeit des Jahres. Je stärker die Fließgeschwindigkeit variiert, umso vielfältiger sind die unterschiedlichen Lebensräume. Bei Hochwasser schützen Zonen mit geringen Fließgeschwindigkeiten junge und strömungsschwache Fische vor Abdrift. Nach Rey und Ortlepp (1997) dürfte das einer der Hauptgründe dafür

²⁵ Die grösste negative Abweichung von der mittleren Sohlenlage.

3.1. Auswertung Indikatoren

sein, dass in den Aufweitungen der Thur mehr Jungfische gezählt werden als in den Abschnitten des Flusses mit der ursprünglichen Gerinnebreite und mit ebener Sohle.

Die Fliessgeschwindigkeit variiert mit dem Gefälle, mit dem Abfluss und vor allem in Abhängigkeit des Gerinnequerschnittes, weil Reibung mit zunehmendem Querschnitt weniger wichtig wird. Wegen der Abhängigkeit vom Querschnitt korreliert die Variabilität der Fliessgeschwindigkeit mit der Variabilität von Breite und Tiefe und damit indirekt auch mit der Variabilität der Temperatur- und Lichtverhältnisse. Die Fliessgeschwindigkeit hängt zudem insofern mit dem Substrat zusammen, als sie die Zusammensetzung des Substrates massgeblich mitbestimmt. Bei tiefer Fliessgeschwindigkeit setzen sich Schwebstoffe eher ab, während mit zunehmender Fliessgeschwindigkeit das Substrat gröber wird.

Fazit: Für die Habitatdiversität sind die mit den Indikatorgrössen korrelierenden Parameter wie Licht, Sichtschutz, Temperatur und Substrat wichtig. Der Indikator „Fliessgeschwindigkeit“ beschreibt indirekt alle wichtigen Parameter.

3.1.3. Die Indikatoren „Uferlänge“ und „Schwemmholz“



Abbildung 12: Luftbild der Aufweitung bei Güttinghausen mit GPS Aufnahmen der Uferlinien bei verschiedenen Wasserständen. Quelle: Luftbilder TG: mit Bewilligung des Amtes für Geoinformation, Frauenfeld; Luftbilder ZH, mit Bewilligung AWEL, Zürich.

3.1.3.1. Erhebungen und Ergebnisse

Für den Indikator „Uferlänge“ wird die maximale Uferlinie (Trennlinie zwischen Wasser und Ufer) beurteilt, die abhängig ist vom Wasserstand. Da unbekannt ist, bei welchem Wasserstand die Uferlänge maximal ist, wird ein Modell konstruiert. Dazu wird je bei möglichst verschiedenen Wasserständen die Uferlänge der Kiesbänke im Projektperimeter per Differenzial GPS vermessen und gegen den jeweiligen Wasserstand aufgetragen.

3.1. Auswertung Indikatoren

Die Aufnahmen wurden an fünf verschiedenen Daten von Mitte September bis Mitte Oktober aufgenommen. Die Wahl der Tage gestaltete sich schwierig, weil der Abfluss selten dem prognostizierten entsprach.²⁶ Die für die Modellbildung zur Verfügung stehenden Uferlängen sind nicht ideal verteilt. Es ist bei keinem der Modelle ein signifikanter Zusammenhang zwischen Wasserstand und Uferlinienlänge feststellbar. Der Aufwand müsste erhöht werden.

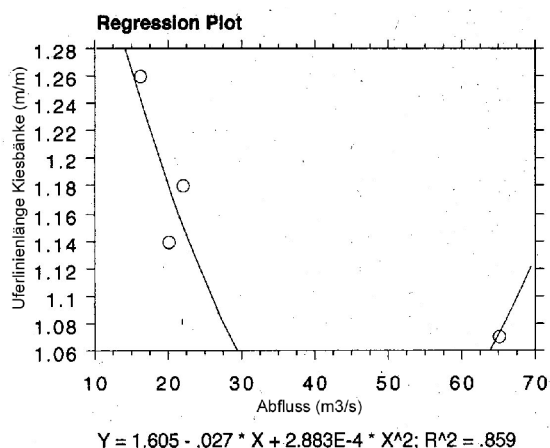


Abbildung 14: Modell für maximale Uferlinie in Güttinghausen. Lineare Regression 2. Ordnung.

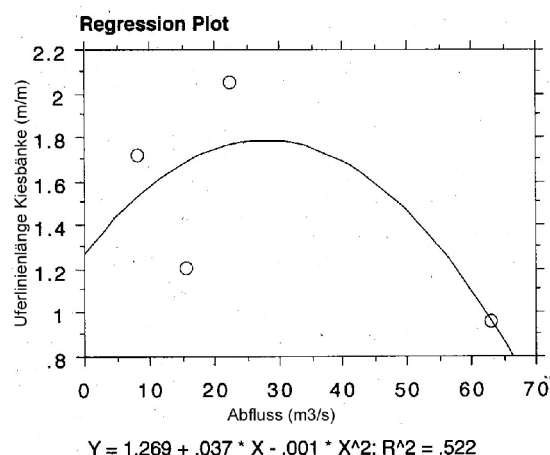


Abbildung 13: Modell für die maximale Uferlinie im Schaffäuli. Lineare Regression 2. Ordnung.

Mit dem Differential GPS konnte in der vorliegenden Arbeit mit einer durchschnittlichen horizontalen Genauigkeit von 1m vermessen werden.²⁷ In dieser Größenordnung liegt auch die Ungenauigkeit, welche durch das schwierige Bestimmen des genauen Uferverlaufes verursacht wurde.

Das Modell für „Güttinghausen“ liefert ein anderes Modell als dasjenige für das „Schaffäuli“. So würde gemäss diesem Modell die Uferlänge bei steigendem Wasserstand nach einem Minimum bei rund 45m³/s wieder zunehmen. Dies könnte evtl. auf ein Backwater zurückzuführen sein, das sich bei diesem Wasserstand zu bilden beginnt. Dass die Uferlinie aber bei Hochwasser maximal wäre, ist wenig plausibel. Deshalb wird für die Auswertungen von einer maximalen Uferlänge bei 1600m pro 1000m Strecke ausgegangen, welche bei Niedrigstabfluss erreicht wäre. Auch für den Thurabschnitt im Schaffäuli lässt sich nur sehr vage eine Prognose machen: dass die Uferlänge bei ca. 1800m pro 1000m Strecke maximal werden kann. Diese maximale Uferlänge wäre bei einem Wasserstand zwischen 15m³/s und 25m³/s erreicht. Wird die Auswertung trotzdem vorgenommen²⁸, entspricht der Standort „Schaffäuli“ dem Indikatorwert 0.12, „Güttinghausen“ dem Indikatorwert 0.11. Die Kontrollstandorte entsprechen einer 0, da sie unabhängig vom Wasserstand immer dieselbe Uferlänge haben, welche genau der Streckenlänge entspricht.

²⁶ Damit nicht vergebens im Feld gemessen wird, empfiehlt es sich mit einem Natel, z. B. per SMS, den aktuellen Wasserstand abzufragen.

²⁷ Siehe dazu Anhang I.

²⁸ Es wurde von einem willkürlich festgelegten Maximalwert von 15000m/1000m ausgegangen (K. Tockner).

3.1. Auswertung Indikatoren



Abbildung 15: Holz am Ufer der Thur.

Der Datensatz für den Indikator „Schwemmholz“ wird auf einer trocken liegenden Fläche erhoben. Es wird das Volumen Schwemmholz pro Fläche bestimmt.²⁹

Die Daten für diesen Indikator wurden am 10.9. bei Niedrigwasser jeweils auf der gesamten linken Uferseite der Standorte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ erhoben. In Güttighausen konnten 0.79m^3 auf einer Fläche von rund 2.3ha gezählt werden, im Schäffäuli 2.07m^3 auf rund 2.1ha . Mit dem entsprechenden Indikatorwert von 0.001 und 0.003 kommt die Bewertung einem „gleich Null“ gleich. In „Weinfeld“ und „Frauenfeld“ konnte der Indikator „Schwemmholz“ nicht erhoben werden, weil sie keine trocken liegenden Flächen aufweisen und bei tieferen, im Wasser liegenden Stellen, nicht beurteilt werden kann, ob Holz vorhanden ist oder nicht. In den weniger tiefen Abschnitten waren keine nennenswerten

Mengen Holz sichtbar. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Situation derjenigen der revitalisierten Strecken ähnlich ist. Zwischen den Standorten „Frauenfeld“ und „Schäffäuli“ sind keine grösseren Hindernisse oder gar Stauwerke, die Holz zurückhalten könnten. Unterhalb des Standortes „Weinfeld“ könnte das Wehr Grüneck einen Einfluss auf die Holzmenge haben.³⁰

Zusätzlich hat es in den Schweizer Fließgewässern i. d. R. nur sehr wenig Schwemmholz. Auch wenn das Einzugsgebiet eines Fließgewässers nicht mehr bewirtschaftet wird und keine Eingriffe mehr vorgenommen werden, spielen vergangene Bewirtschaftungen und die Struktur und Zusammensetzung des Bestandes noch lange eine Rolle. So können Fließgewässer in Europa noch lange nicht den natürlichen Zustand erreichen (Hering et al. 2000). Die Referenz, die bei diesem Indikator denn verwendet wird, ist nur ein Richtwert, was überhaupt unter den gegebenen Umständen möglich ist und entspricht nicht wirklich einer natürlichen Referenz.

3.1.3.2. Ziel „Rückhalt von organischem Material“

Ziel: Rückhalt von organischem Material messen

Indikator:

- Holz
- Uferlänge

Organisches Material (OM) in Fließgewässern ist v. a. wichtig für die Nahrungskette. Es kann entweder lebendig (Pflanzen), als Partikel verschiedener Grössen (POM) oder in gelöstem Zustand vorliegen. Es kann flussabwärts transportiert, veratmet oder mehr oder weniger lang zurückgehalten werden. Biologische und chemische Prozesse können OM zurückhalten, es sind aber hauptsächlich physikalische Strukturen und die lokalen hydraulischen Bedingungen, die OM zurückhalten (Robinson 2001).

Je länger die Uferlänge, umso komplexer ist die Morphologie und umso wahrscheinlicher ist es, dass sowohl gröberes als auch feineres OM zurückgehalten wird. Speziell in Stillwasserbereichen kann OM zurückgehalten werden. Auengebiete können den Rückhalt und die Menge von partikulärem organischem Material (POM) steigern und dessen Zusammensetzung verändern. Andererseits steigt auch der Output von POM wegen

²⁹ Auf einer bestimmten Fläche wird alles Holz inventarisiert, das einen Durchmesser grösser als 5cm hat oder länger als 50cm ist. Mittels des mittleren Umfangs und der Länge wird das Volumen bestimmt, aufsummiert und auf den gesamten Projektperimeter hochgerechnet.

³⁰ Hier müsste geprüft werden, wieviel Schwemmmaterial entnommen wird.

3.1. Auswertung Indikatoren

erhöhter autochthoner Produktion in stillen Gewässerabschnitten (Makrophyten, Plankton und Mikroorganismen). Entscheidenden Einfluss auf diese Prozesse hat die Häufigkeit der lateralen Verbindung (Aspetsberger et al. 2002). Der grösste Export von OM findet bei Hochwasserereignissen statt.

Fazit: Die maximale Uferlänge misst die Rückhaltefähigkeit eines Fließgewässers recht gut, beeinflusst aber auch die Produktion und den Export von OM.

Die Menge Schwemmholz beeinflusst das Fließregime dahingehend, als dass es lokal Turbulenzen verursacht oder die Fließgeschwindigkeit vermindert (Mutz 2000). Das Gefälle kann wegen Schwemmholz in Stufen aufgeteilt werden, womit es mehr Strecken mit kleinem Gefälle und verminderter Fließgeschwindigkeit gibt (Faustini und Jones 2003) (Gippel 1995). Moderate Hochwasser und allgemein Schwankungen des Abflusses werden von Fließgewässern mit Schwemmholz besser „abgefedert“ (Faustini und Jones 2003) (Shields und Smith 1992). Auch das Vorhandensein von halbaquatischen Lebensräumen wie Schotter- und Sandbänken ist mit der Menge Schwemmholz im Gewässer korreliert (Gerhard und Reich 2000).

Die Stabilität von Schwemmholzablagerungen ist aber neben der vorhandenen Menge Schwemmholz auch von Faktoren wie dem Gefälle und der Transportkapazität des Fließgewässers abhängig sowie von der Art des Holzes, dessen Dichte, Wasseraufnahmekapazität, Zerfallsrate und Sperrigkeit. Zusätzlich spielt eine Rolle, ob andere Rückhaltestrukturen vorhanden sind (Thevenet et al. 1998) (Shields et al. 2004). In Schweizer Fließgewässern dürfte der Einfluss von Schwemmholz für die Rückhaltequote von OM aber vor allem gering sein, weil auch das Volumen an Schwemmholz derart gering ist.

Fazit: Schwemmholz hat einen Einfluss auf die Rückhaltefähigkeit von OM. Schweizer Fließgewässer führen aber ein so kleines Volumen an Schwemmholz mit, dass der Effekt vernachlässigbar ist. Dies zeigt sich auch aufgrund der erhobenen Daten.

3.1.3.3. Ziel „Laterale Vernetzung“

Ziel: laterale Vernetzung messen

Indikator:

- Holz
- Uferlänge

Die Charakteristika eines Fließgewässers werden wesentlich durch deren Verbundenheit mit der Umgebung bestimmt (Hynes 1975 und Ward 1989 aus (Brunke und Gonser 1997)). Vernetzung kann in physischer Hinsicht als Vernetzung im Flusssystem verstanden werden, oder aber zusätzlich als Vernetzung in funktioneller Hinsicht als funktionierender Austausch zwischen Lebensräumen. Ein Austausch, der auch qualitativ und quantitativ stimmt und zum richtigen Zeitpunkt stattfindet. Mit lateraler Vernetzung ist allgemein die Verbundenheit und der Austausch des aquatischen Lebensraumes mit der Umgebung gemeint, insbesondere wird darunter aber auch die Verbindung zu – evtl. zeitweise abgeschnittenen – Stillwassertümpeln oder Seitenarmen eines Flusssystems, aber auch zu ganzen Auengebieten, verstanden.

Die Variabilität der Wasserflächen und Uferlinien in Zeit und Raum im physischen Sinn unterbricht Sukzessionsprozesse, fragmentiert oder verbindet Populationen, schafft neue Habitate, reduziert dafür andere und erneuert Nährstoff- und Sauerstoffreserven. Im funktionellen Sinn schafft die laterale Vernetzung für Arten, die sowohl terrestrische als auch aquatische Habitate benötigen, erst die nötige Lebensgrundlage. Strukturen des terrestrischen Lebensraumes können aber auch mit Schattenwurf, Eintrag von Nährstoffen,

3.1. Auswertung Indikatoren

Wurzelwerk oder herabhängenden Ästen Einfluss auf den aquatischen Lebensraum haben und dadurch mit ihm verbunden sein.

Die Uferlänge drückt die Intensität der physischen lateralen Vernetzung aus, da die Uferlinie den physischen Übergang darstellt. Indem aber die maximale Uferlänge genommen wird, beschreibt sie nur einen Momentanzustand der lateralen Vernetzung und sagt nichts darüber aus, wie sich diese im Verlaufe der Zeit verändert. Dies ist jedoch ein wichtiger Aspekt für die funktionelle Komponente der lateralen Vernetzung: für das Fließgewässer als Lebensraum ist die Verfügbarkeit von Vernetzung zum richtigen Zeitpunkt massgebend. Die Uferlänge sagt ebenfalls nichts über die tatsächlich statt findenden terrestrisch-aquatischen Wechselwirkungen und über solche zwischen den verschiedenen aquatischen Habitaten aus.

Fazit: Die maximale Uferlinie drückt nur die physische Seite der lateralen Vernetzung aus und das Potential für laterale Vernetzung im funktionellen Sinn.

Das Schwemmholzvolumen steht ebenfalls für den physischen Aspekt der lateralen Vernetzung. Waldsaum bedeutet zunächst einmal, wie oben beschrieben, Eintrag von organischem Material. Es bedeutet aber auch Rückhalt von Nährstoffen aus Landwirtschaft, bedeutet Strukturen in Form von Wurzelwerk und Ästen. Schliesslich bedeutet es auch zusätzlich Habitat für aquatische Arten, die Wald und Bäume benötigen. Dies sind alles Aspekte lateraler Vernetzung.

Der Umstand, dass Holz fehlt, besagt aber nicht, dass keine laterale Vernetzung gegeben ist oder diese schwach ausgeprägt ist. Alpine Fließgewässer sind selten von Wald gesäumt. In der Schweiz wird zudem i. d. R. das Totholz bereits im Wald weggeräumt. Weiter wird Schwemmholz auch aus den Fließgewässern entnommen, weil die Gefahr besteht, dass sich Verkeilungen bei Bauwerken bilden.

Hinzu kommt, dass an einem Standort vorhandenes Holz nicht unbedingt die lokale laterale Vernetzung ausdrückt, sondern viel mehr diese der weiter oben liegenden Strecken, was eher einer longitudinalen Vernetzung entsprechen würde.

Fazit: Das lokale Schwemmholzvolumen sagt weder etwas über die laterale Vernetzung vor Ort aus noch über diese weiter oben liegender Strecken. Es drückt zudem nur die physische Seite der lateralen Vernetzung aus.

3.1.3.4. Ziel „Natürlichkeit der Habitatdiversität“³¹

So wie die Habitatdiversität wird auch die Uferlänge von Morphologie und Hydraulik bestimmt. Die Uferlinie korreliert mit der Komplexität von Morphologie und Hydraulik in Zeit und Raum. Es ist anzunehmen, dass bei längerer Uferlinie die Morphologie des Uferbereiches diverser ist und es mehr verschiedene Habitate, v. a. im aquatischen Bereich hat.³² Nimmt man allerdings die maximale Uferlänge, geht Information verloren.

Fazit: Die maximale Uferlänge sagt nichts aus über die charakteristische zeitliche Dynamik von Morphologie und Hydraulik und somit nichts über einen wichtigen Aspekt von Habitatdiversität.

Die Menge Schwemmholz ist direkt korreliert mit der Variabilität der Tiefe des Fließgewässers (Dahlstrom und Nilsson 2004) (Gerhard und Reich 2000). Es beeinflusst auch das Fließregime dahingehend, dass es lokal Turbulenzen verursacht oder die Fließgeschwindigkeit vermindert (Mutz 2000). Somit steigt auch die Anzahl verschiedener Mikrohabitate (Gerhard und Reich 2000) (Piegay 1993). Moderate Hochwasser und allgemein Schwankungen des Abflusses werden von Fließgewässern mit Schwemmholz besser abgefedert (Faustini und Jones 2003) (Shields und Smith 1992). Dies führt unter anderem zur Stabilisation des Flussbettes (Abbe und Montgomery 1996), zu vermehrter Sedimentation (Jeffries et al. 2003) und

³¹ Siehe Kapitel 3.1.2.3. für eine Definition von Habitatdiversität.

³² Diese Hypothese müsste für Gewässer wie sie grössenmässig in der Schweiz vorkommen überprüft werden.

3.1. Auswertung Indikatoren

Poolbildung. Diese Pools und die Zwischenräume bei Schwemmholzansammlungen bieten Unterschlupf für verschiedenste Organismen (vor Hochwasser, Feinden, Konkurrenten und zum Energiesparen in strömungsarmem Wasser) (Abbe und Montgomery 1996) (Crook und Robertson 1999) (Gippel 1995) (Harvey et al. 1999) (Palmer et al. 1996).

Fazit: Der Einfluss auf die biologischen Komponenten eines Fließgewässers wird jedoch unterschiedlich beurteilt, je nach dem, welche Organismengruppen untersucht werden (Larson et al. 2001) (Roni 2003) (Urabe und Nakano 1998). Auch hier stellt sich zudem die Schwierigkeit, dass Schwemmholz schlicht zu selten in grösseren Volumina vorkommt um allen hier genannten Einflüssen überhaupt eine Bedeutung zu geben.

3.1.4. Die Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“ (Fische)

3.1.4.1. Erhebungen und Ergebnisse

Für die beiden Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“ von Fischen, werden im Projektperimeter alle Habitatstypen befischt. Es wird dafür eine halbquantitative Methode mit Elektrofischerei³³ angewendet. Für die Habitatcharakterisierung wird das Fließgewässer bei Niedrigwasser in drei Tiefenklassen, drei Fließgeschwindigkeitsklassen sowie in turbulent oder nicht turbulente Abschnitte unterteilt. Das Vorhandensein von Unterständen wie überhängende Vegetation oder Totholz wird ebenfalls berücksichtigt.³⁴

Ort	Datum	Anzahl Individuen	Anzahl Strecken	Arbeitsstunden (Personen-)	Befischtes Streckentotal (m)
„Güttighausen“	11.11.04	541	20	45	530
„Schäffäuli“	15.10./04.11./10.11.04	2560	14	104	550
„Weinfeld“	03.11./04.11.04	637	9	45	300
„Frauenfeld“	03.11.04	737	16	40	450

Tabelle 3: Details zur Intensität der Befischungen. In Güttighausen wurden relativ viele Kiesbänke befischt, die wenig Aufwand verursachen, weil sie meistens keine hohen Fischdichten aufweisen. Deshalb scheint die befischte Totallänge in Güttighausen hoch, obwohl der Aufwand mit dem der anderen Standorte vergleichbar ist.

Die meisten Fische und damit Informationen wurden aus den Habitaten Stillwasserbereichen und Blockwürfen gewonnen.³⁵ Strecken in der Flussmitte liefern am wenigsten Zusatzinformation. Im vorliegenden Fall gar keine.



Abbildung 17: Bühnen in Güttighausen.



Abbildung 16: Backwater in Güttighausen.

Die Fischarten werden entsprechend ihrer Ansprüche an ihre Umwelt in ökologische Gilden eingeteilt. Zusätzlich wird die Dichte der einzelnen Arten bestimmt. Diese Parameter werden mit einer natürlichen Referenz verglichen.

Für beide Indikatoren muss eine Referenz gefunden werden. Für die Bestimmung der Gildenanzahl spielen Arten, die vielleicht schon vorhanden waren, aber nirgends dokumentiert sind, im vorliegenden Fall keine Rolle. Wohingegen es für die Gildenzusammensetzung eine Rolle spielt, wie stark die Gilden vertreten waren und ob die eine oder andere Art auch dazugezählt werden kann oder nicht. Beispiele wie die Hasel,

³³ Für die Elektrofischerei wurde ein Gerät der Marke EFKO 8kW eingesetzt.

³⁴ Siehe Anhang II für die Standortskizze und die befischten Strecken der Standorte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“.

³⁵ Siehe Anhang III.

3.1. Auswertung Indikatoren

Standortgerecht	Nicht standortgerecht
Aal	Regenbogenforelle
Lachs	Bachsaibling
Forelle	Kaulbarsch
Aesche	Zander
Hecht	Karausche
Karpfen	Goldfisch
Schleie	silberner Tolstolob
Brachsmen	Amur
Blicke	Huchen
Rotaugen	Kanadische Seeforelle
Rotfeder	Blaubandbärbling
Laube	Forellenbarsch
Barbe	Sonnenbarsch
Nase	Stichling
Alet	Katzenwels
Strömer	
Gründling	
Schneider	
Elritze	
Schmerle	
Egli	
Groppe	
Flussneunauge	
Bachneunauge	

Tabelle 4: ursprüngliche Fischarten der Thur; Zusammenstellung basierend auf (Krämer 1990), (Kollbrunner 1879), (Wehrli 1892) sowie Informationen von G. Periat. Nur die in hist. Schriften dokumentierten Arten gelten als standortgerecht.

Dorn- und Moorgrundel sowie die Trüsche sind zwar in den herbeigezogenen historischen Dokumenten nicht erwähnt es ist aber sehrwahrscheinlich, dass sie auch früher in der Thur vorkamen aber entweder mit anderen Arten verwechselt wurden, nicht erwähnenswert waren, weil sie keinen Wert für die Fischerei hatten, oder schon damals eher selten waren.³⁶

Die Standorte unterscheiden sich von den Arten her wenig. In den revitalisierten Standorten sind – im Gegensatz zu den Kontrollstrecken – einzelne Egli, Rotaugen und Nasen zu finden, wohingegen in Weinfeldern Groppen und Bachforellen gefangen wurden, die weiter flussaufwärts häufiger sind.³⁷ Mengenmässig unterscheiden sich die Fänge der Standorte.

Durch die beschränkte Stichprobe kommt es rasch vor, dass Arten nur als Einzelfunde gefangen werden und deshalb mit ihrer Information nicht in die Gildenzahl einfließen, weil sie nicht „in selbst erhaltenden Populationen“ vorkommen. In diesem Fall ginge Information zu Habitaten verloren. Einzelfunde können

aber auch aufgrund von Zufall zustande kommen. Die Befischungsintensität spielt eine wichtige Rolle. Je intensiver gefischt wird, umso wahrscheinlicher finden sich mehr Arten.



Abbildung 18: Kaulbarsch – ein nicht standortgerechter Fisch.

Für die vorliegende Arbeit werden Einzelfunde bei der Bestimmung der Gildenzahl ausser bei Forelle, Nase, Barbe und Strömer nicht berücksichtigt. Die Grenze Einzelfunde/ nicht Einzelfunde wird willkürlich bei 1-5 Individuen gelegt. Die Entscheidung, Einzelfunde nicht zu berücksichtigen hat einen Einfluss auf die Anzahl der Gilden. Beim Datenset von Güttinghausen ist dies der Fall mit dem Egli, in Weinfeldern mit Stichlingen.

³⁶ Information von G. Periat.

³⁷ Information von E. Schager.

3.1. Auswertung Indikatoren

Der Einsatz der Elektrofischerei ist heute umstrittener als vor einigen Jahren. Die Elektrofischerei galt während vieler Jahre und sogar Jahrzehnte als unbedenklich, nicht oder kaum schädigend für Fische (Halsband und Halsband 1975). In den letzten Jahren sind jedoch vor allem in den USA viele Publikationen erschienen, die gegenüber der Elektrofischerei eine kritischere Position einnehmen (Sharber und Carothers 1988, 1990, Lamarque 1990 aus (Peter und Erb 1997)). Neuere Erkenntnisse aus Europa hingegen relativieren die Schädlichkeit des Elektrofischens wieder. Der Elektrofischfang sei, wenn fachgerecht ausgeübt, eine schonende Fangmethode mit vernachlässigbaren Mortalitäten, niedriger Stressbelastung und keinen oder sehr geringen nachhaltigen Schädigungen der Fische (Rümmler et al. 2004).

Die Methodik der Elektrofischerei hat zudem ihre Grenzen.

- Der Radius, innerhalb dessen die Fische reagieren beträgt nur 1-2m.
- Bei trübem Wasser oder strukturreichen Habitaten wird selektiv gefischt.³⁸
- Die Fangwahrscheinlichkeit ist abhängig von der Grösse der Fische³⁹, dem Substrat⁴⁰ und dem Habitattyp.⁴¹ (Peter und Erb 1997)

Wertung/Standort		0	25	50	75	100
Vorher (Weinfeld) 0.5	Relative Fishedichte				X	
	Standortgerechte Arten		X			
	Standortfremde Arten				X	
Vorher (Frauenfeld) 0.5	Relative Fishedichte			X		
	Standortgerechte Arten		X			
	Standortfremde Arten				X	
Nachher (Schäffäuli) 0.5	Relative Fishedichte				X	
	Standortgerechte Arten		X			
	Standortfremde Arten			X		
Nachher (Güttighausen) 0.42	Relative Fishedichte		X			
	Standortgerechte Arten		X			
	Standortfremde Arten				X	

Tabelle 5: Auswertung des Indikators "Artengefüge".

Punktezahl		0	25	50	75	100
Vorher (Weinfeld) 0.38	Gildenanzahl		X			
	Gildenzusammensetzung			X		
Vorher (Frauenfeld) 0.38	Gildenanzahl			X		
	Gildenzusammensetzung		X			
Nachher (Schäffäuli) 0.63	Gildenanzahl				X	
	Gildenzusammensetzung			X		
Nachher (Güttighausen) 0.75	Gildenanzahl				X	
	Gildenzusammensetzung				X	

Tabelle 6: Auswertung des Indikators "Ökologische Gilden".
0 Punkte = totale Veränderung im Vergleich zur historischen Referenz.
100 Punkte = unverändert, natürlicher Zustand.
Siehe Anhang III und IV für detaillierte Grundlagen.

³⁸ Bei strukturreichen Habitaten werden mehr Fische erwartet und der Aufwand wird verstärkt. Bei trübem Wasser werden kleine Fische und solche, die am Grund leben, gerne übersehen.

³⁹ Grössere Fische werden eher gefangen, weil das Spannungsfeld zwischen Kopf und Schwanz grösser ist.

⁴⁰ Auf Schlamm und Schluff sind die Fische schwieriger zu fangen. Dieses Substrat leitet den elektrischen Strom besser als Kies, es entstehen deshalb mehr Unregelmässigkeiten im elektrischen Feld.

⁴¹ In schnell fliessendem Wasser besteht die Gefahr, dass die Fische weggeschwemmt werden. Bei stark strukturierten Habitaten werden sie zwar evtl. betäubt, können aber nicht gefangen werden, weil sie zurückgehalten werden.

3.1. Auswertung Indikatoren

Gilden	„Güttighausen“ Rel. Abundanz	„Schäffäuli“ Rel. Abundanz	„Frauenfeld“ Rel. Abundanz	„Weinfeld“ Rel. Abundanz	Hist. Referenz Rel. Abundanz	
rheophil	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	
indifferent	Wenige	Einzelne	Wenige		2 Häufig	
limnophil		0	0	0	0 Nicht selten	
mässig strukturgebunden	Häufig	Nicht selten	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	
strukturungebunden		1 Einzelne	Wenige		2 Nicht selten	
strukturgebunden	Häufig	Massenhaft	Wenige	Wenige	Häufig	
meso-eurytherm	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	
oligo-stenotherm	Wenige	Nicht selten	Wenige	Wenige	Häufig	
lithophil	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	
pelagophil	Wenige		0	0	0 Wenige	
psammophil	Nicht selten	Wenige	Wenige	Nicht selten	Nicht selten	
polyphil		0	0	0	0	
speleophil		1	0	0	3 Nicht selten	
ostracophil		0	0	0	0	
phytophil	Einzelne	Einzelne	Wenige		0 Nicht selten	
euryphag	Häufig	Massenhaft	Wenige	Wenige	Häufig	
herbivor	Einzelne	Einzelne		0	0 Nicht selten	
benthivor/ insectivor	Häufig	Häufig	Massenhaft	Massenhaft	Massenhaft	
detrivor		0	0	0	0	
piscivor		0	0	0	0 Nicht selten	
lang	Wenige		0 Wenige		0 Wenige	
mittel	Häufig	Massenhaft	Nicht selten	Häufig	Häufig	
kurz	Häufig	Nicht selten	Massenhaft	Häufig	Massenhaft	
intermediate	Häufig	Massenhaft	Nicht selten	Massenhaft	Massenhaft	
tolerant	Wenige	Einzelne	Wenige		2 Nicht selten	
intolerant	Häufig	Nicht selten	Massenhaft	Nicht selten	Massenhaft	
kurzlebig	Häufig	Nicht selten	Massenhaft	Nicht selten	Massenhaft	
langlebig	Wenige	Wenige	Nicht selten	Häufig	Nicht selten	
mittlere Lebensdauer	Häufig	Massenhaft	Wenige	Häufig	Häufig	
Gildenanzahl (von tot. 29)		22	21	20	16	26

Tabelle 7: Abundanzen in den verschiedenen Gilden; Grundlage für die Auswertung des Indikators "Ökologische Gilden". Die Informationen, die für die Auswertung verwendet werden, sind farbig unterlegt. Die Mengenbezeichnungen sind aus den historischen Dokumenten übernommen und werden ebenfalls auf den im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Datensatz angewendet:

- Gilden, die von >2/3 der Fische vertreten sind = „massenhaft“
- 30-70% der Individuen in dieser Gilde = „häufig“
- 10-30% der Individuen in dieser Gilde = „nicht selten“
- 1-10% der Individuen in der Gilde = „wenig“
- <1% der Individuen in der Gilde = „einzelne“

Aus den detaillierten Resultaten lassen sich zusätzliche Informationen gewinnen: Verschwunden sind die Gilden limnophil, speleophil und piscivor. Auch die Gilden herbivor und phytophil haben durchwegs abgenommen oder sind nicht mehr vertreten. Es hat nicht mehr viel Vegetation und Unterschlupfe den Fließgewässern entlang. Ausser Aalen hat es auch keine weit wandernden Arten mehr. Mit diesen Informationen sind genauere Rückschlüsse möglich, bez. welche Habitate neu geschaffen wurden und wo die Grenzen der Verbesserungsmöglichkeiten eines Standortes liegen.

3.1.4.2. Ziel „Längsvernetzung“ und „Natürlichkeit der Fauna“

Ziel: Längsvernetzung messen

Indikator:

- Artengefüge

Die Charakteristika eines Fließgewässers werden wesentlich durch deren Verbundenheit mit der Umgebung bestimmt (Hynes 1975 und Ward 1989 aus (Brunke und Gonser 1997)). Vernetzung kann in physischer Hinsicht verstanden werden als Vernetzung im Flusssystem, oder aber zusätzlich als Vernetzung in funktioneller Hinsicht.

Ist die physische Vernetzung gestört oder sogar unterbrochen, z. B. wegen Verbauungen jeglicher Art, ändert sich meistens das Abflussregime, der Zeitpunkt, die Häufigkeit, Dauer und Intensität von Hochwasserereignissen, aber auch der Wasserstand und die Fließgeschwindigkeit bei Normalwasserstand. Die Temperatur ist im Allgemeinen homogener nach Stauungen, es wird weniger grosses Material transportiert (organisch und anorganisch), damit verringert sich die Strukturdiversität und das Nährstoffangebot. In ihrer Lebensweise und ihren Lebenszyklen angepasste Organismen und Lebensgemeinschaften werden erstens durch diese Veränderungen der Habitate beeinflusst (funktionell) und zweitens dadurch, dass der physische Austausch flussauf- und abwärts unterbrochen ist.

Der Indikator „Artengefüge“ beschreibt die longitudinale Vernetzung erstens im physischen Sinne als auch bis zu einem gewissen Grad im funktionellen Sinn. Die Resultate des Indikators „Ökologische Gilden“ zeigen, dass gerade weit wandernde Arten nicht mehr vorkommen.

Ziel: Natürlichkeit der Fauna messen

Indikatoren:

- Fische: Artengefüge
- Fische: ökologische Gilden

Eine Art kommt an einem bestimmten Standort vor, wenn sie

1. fähig ist, diesen Standort überhaupt zu erreichen oder nach Störungen wieder zu besiedeln (und genügend Zeit dazu hatte),
2. geeignete Bedingungen und Ressourcen vorfindet (das heisst, alle relevanten Habitate in genügender Qualität, zum richtigen Zeitpunkt und genügend lange gegeben sind)
3. und wenn sie nicht durch Konkurrenz, Räuber, Parasiten oder Zufallsereignisse wieder eliminiert wurde.

Arten und Lebensgemeinschaften haben dazu Lebensweisen und -zyklen entwickelt, die an den jeweiligen Standort angepasst sind. Deshalb haben Habitatveränderung, -zerstörung, -verschmutzung und -fragmentation, aber auch das rückgängig machen solcher Ereignisse durch Revitalisierungen, einen Einfluss auf das Vorhandensein von Arten. Doch auch im natürlichen Zustand gibt es immer Schwankungen im Vorhandensein von Arten und deren Abundanzen. Die charakteristische Fauna ist sowohl von räumlichen wie auch von zeitlichen Faktoren abhängig (Welcomme 1995).

3.1. Auswertung Indikatoren

Wenn die Fischfauna eine Aussage zu den drei in der Box zu „Natürlichkeit der Fauna“ erwähnten Bedingungen macht, die gleichzeitig auch für die restliche Fauna gilt, könnte von einer charakteristischen Fischfauna auf eine für das gesamte System Fließgewässer charakteristische Fauna geschlossen werden.

Arten haben nicht dieselbe Verbreitungsfähigkeit (Bunn und Davies 2000). Fische erreichen einen Standort in der Regel über den Wasserweg, sagen damit aber nichts über die Erreichbarkeit per Landweg aus. Insekten und Vögel können einen Standort viel einfacher dank Fliegen erreichen und erobern. Zudem rekrutieren sich z. B. Makroinvertebraten nach grösseren Störungen auch aus dem Interstitial. Fische werden z. T. in Gewässer eingebracht, wohingegen dies bei anderen Tieren weniger der Fall ist.

Die Zusammensetzung der Fischgemeinschaft sagt nur etwas über die Habitatvielfalt im Wasser aus. Gerade die Fauna von Fließgewässern ist aber oft auf den aquatischen und den terrestrischen Lebensraum gleichzeitig angewiesen (Robinson et al. 2002). Die realisierte Nische muss zudem nicht die bevorzugte sein. Es ist die bestmögliche unter den gegebenen Umständen. So kann es sein, dass bei sehr hohen Individuendichten auf Habitate ausgewichen werden muss, in denen die Tiere längerfristig nicht überleben oder einen Fitnessverlust erleiden. Auf der anderen Seite kann es sein, dass bei sehr tiefen Abundanzen geeignete Habitate unbenutzt bleiben (Rosenfeld 2003). Weiter kann es vorkommen, dass nicht alle benötigten Habitate vor Ort und zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Insbesondere fehlen in kanalisierten Abschnitten oft geeignete Reproduktionsräume oder aber, die Habitate sind nur für Jungfische geeignet und die Mortalität ist danach entsprechend hoch. Trotzdem findet man die entsprechenden Arten, weil sie aus angrenzenden Fließgewässern einwandern (Rey und Ortlepp 1997) oder weil sie noch aus früheren Zeiten mit besseren Bedingungen stammen (Tockner und Schiemer 1997). Lebensgemeinschaften werden sowohl in ihrer Zusammensetzung als auch in der räumlichen Verteilung wesentlich von vergangenen Bedingungen geprägt („ghost of landscapes past“), die Jahrzehnte zurückliegen können. Da aber nicht alle taxonomischen Gruppen gleichermaßen von biotischen und abiotischen Faktoren abhängig sind oder geprägt werden, sind die Effekte unterschiedlich (Robinson et al. 2002).

In natürlichen Fließgewässern ist die Zusammensetzung der Fischgemeinschaft weniger durch biotische als durch abiotische Faktoren bestimmt (Welcomme 1995). Dies kann auf ein mittleres Störungsregime zurückgeführt werden, das kaum Konkurrenz dafür aber hohe Artvielfalt fördert (Ward 1998, Hildrew und Townsend 1987, Allan 1983 aus (Bunn und Davies 2000)). Wichtiger sind Prädationseffekte, bei denen Räuber im Sinne eines Top Down Effektes Einfluss auf die Lebensgemeinschaft haben (Bunn und Davies 2000). Invasive Fischarten haben denn auch eher Mühe mit physikalischen Bedingungen als mit Konkurrenz (Bunn und Arthington 2002).

Fazit: Aufgrund der Zusammensetzung der Fischlebensgemeinschaft (Indikator „Artengefüge“) können nicht Rückschlüsse auf die ganze Fauna eines Fließgewässers inklusive des terrestrischen Bereichs gezogen werden.

Fazit: Indem mit dem Indikator „Ökologische Gilden“ gemessen wird, welche Ansprüche an die Umwelt gestellt werden, kann im Idealfall auf die vorhandenen Nischen geschlossen werden. Arten leben aber in der realisierten Nische und nicht zwingend in der optimalen. Obwohl also aufgrund der Resultate auf das Vorhandensein oder Fehlen von Nischen geschlossen werden müsste, ist nicht sicher, dass dem tatsächlich so ist. Als Beispiel aus der vorliegenden Arbeit ergibt sich, dass sowohl in Güttinghausen wie auch im Schafftäuli limnophile Arten fehlen, obwohl sehr wohl auch Ruhigwasserbereiche vorhanden sind.

3.1.5. Die Indikatoren „Substratheterogenität“ und „pool-riffle Verhältnis“

3.1.5.1. Erhebungen und Ergebnisse

Für den Indikator „pool-riffle Verhältnis“ wird der Flächenanteil des jeweiligen Habitates an der Gesamtfläche⁴² geschätzt. Bei Niedrigwasser werden dazu mit dem Distanzmesser die Flächen, die stehendes oder sehr langsam fließendes Wasser aufweisen, von den Flächen mit turbulentem Wasserkörper und eher seichtem Charakter unterschieden. Die Einteilung ist nicht immer einfach.

	„Güttighausen“	„Schäffäuli“	„Frauenfeld“	„Weinfeld“
Länge Strecke (m)	640	1500	300	500
tot. Fläche (m ²)	28530.53	84657.89	14169.23	18483.87
riffle Fläche (m ²)	2055	6293	0	3850
riffle in %	7.2	7.43	0	20.83
pool Fläche (m ²)	1826	2482	0	1350
pool in %	6.4	2.93	0	7.3
Wasserstand (Tagesmittel)	38	38	19	19
Indikatorwert	0	0	0	0.3

Tabelle 8: Grundlagen und Auswertung des Indikators "pool-riffle Verhältnis".



Abbildung 19: Linienzahlanalyse für den Indikator „Substratheterogenität“.

Um die Substratheterogenität zu messen werden an jedem Standort mehrere Strecken mit min. 150 Steinen beprobt.⁴³ Damit keine Bias auftritt wird jeweils eine Linie gelegt. Mittels des Variationskoeffizienten wird die Heterogenität des vorhandenen Substrates ausgedrückt.⁴⁴

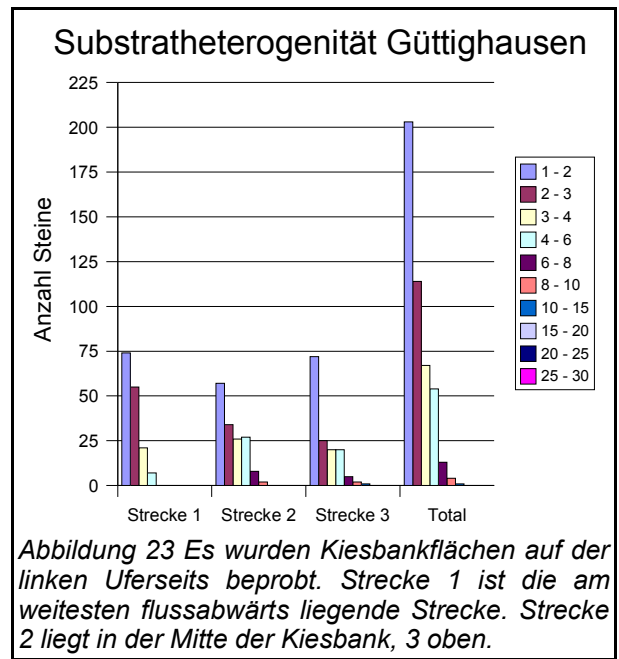
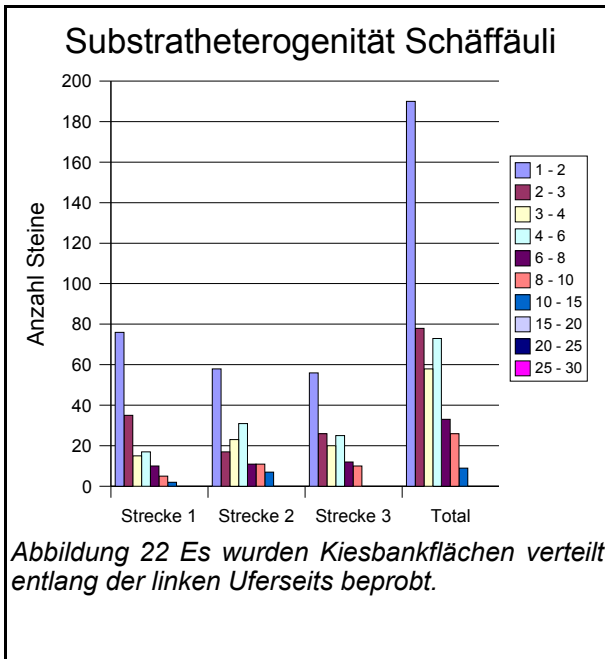
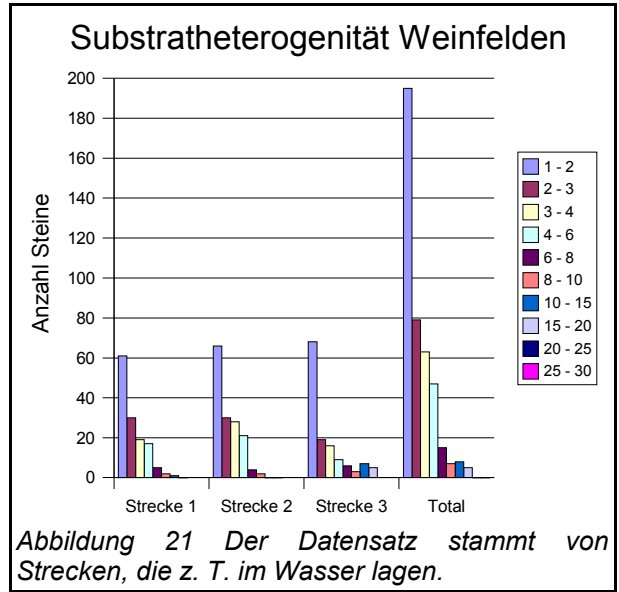
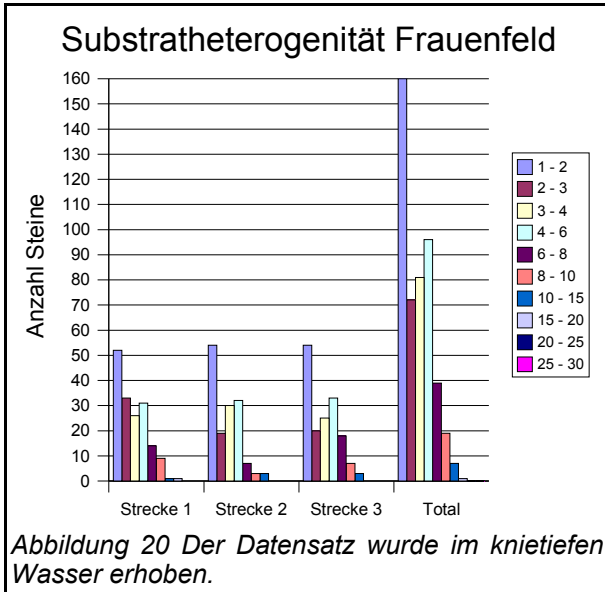
Es konnten keine klaren Unterschiede zwischen den Strecken belegt werden. In Weinfeld befinden sich grössere Blöcke im Perimeter, die nicht in die Erhebung einbezogen wurden. Der Variationskoeffizient reagiert aber sehr empfindlich auf solche „Ausreisser“.

⁴² Durchschnittliche Breite mal die Länge des Projektperimeters.

⁴³ Fehr, R. „Einfach Bestimmung der Korngrößenverteilung von Geschiebematerial mit Hilfe der Linienzahlanalyse“.

⁴⁴ Für die Auswertung entspricht der Variationskoeffizient direkt dem Indikatorwert. $\text{Variationskoeffizient} = \text{Standardabweichung} / \text{arithmetisches Mittel}$.

3.1. Auswertung Indikatoren



3.1.5.2. Ziel „Natürlichkeit der Habitatdiversität“⁴⁵

Die Varianz allein ist nicht die Ursache für mehr Diversität (Wise und Molles 1979, Erman und Erman 1984 aus (Allan 1995)). Es ist möglich, dass die Korngrösse eine ebenso wichtige Rolle spielt. So können Spezialisierungen von Arten auf bestimmte Grössenklassen von Substrat vorkommen. Dies ist jedoch eher die Ausnahme. Die Diversität ist bei Korngrössen zwischen 1cm und 4cm am grössten (Minshall 1984 aus (Allan 1995)). Mögliche Erklärung dafür ist die mit zunehmender Korngrösse zunehmende Stabilität des Substrates und das Vorhandensein von mehr Zwischenräumen.⁴⁶ Für mehr Diversität spielt auch Detritus eine Rolle. Die Abundanz und Diversität von Invertebraten nimmt mit mehr Detritus zu (Minshall 1977 aus (Allan 1995)). Daneben spielt die Beschaffenheit der Substratoberfläche eine Rolle.

Fazit: Substrat ist vor allem für Invertebraten und Fischlaich/ Jungfische ein wichtiges Habitat. Die Substratheterogenität allein drückt die Habitatdiversität nicht vollständig ab. Es spielen noch andere Faktoren eine Rolle.

Pool-riffle Sequenzen korrelieren in jedem Fall mit Breite und Tiefe eines Fließgewässers sowie mit der Fließgeschwindigkeit und damit verbunden mit dem Substrat. Breite, Tiefe, Fließgeschwindigkeit und Substrat ihrerseits charakterisieren zusammen die Natürlichkeit von Morphologie und Hydraulik eines Fließgewässers (jährliches Hochwasser, Verfügbarkeit von Raum, Sedimentfracht, Abflusstiefe und -geschwindigkeit).

Problematisch kann sein, dass die Habitate mit änderndem Abfluss ändern. Pool-riffle Sequenzen verwandeln sich bei höheren Wasserständen in homogene Strecken.

Fazit: Der Indikator „pool-riffle Verhältnis“ eignet sich gut für das Messen von Habitatsdiversität im aquatischen Bereich.

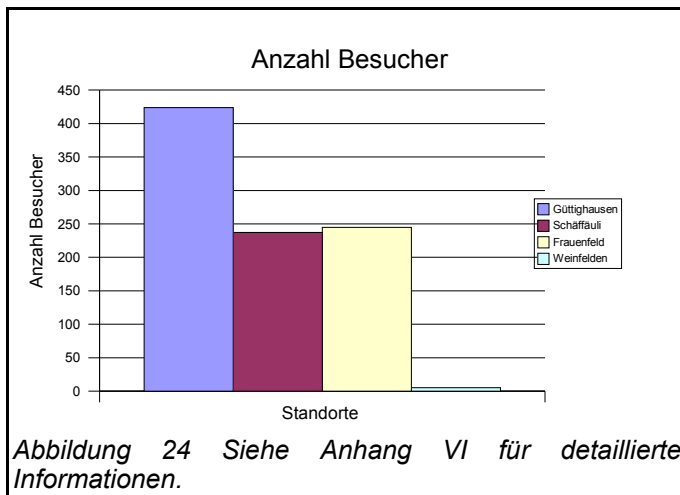
⁴⁵ Siehe für eine Definition von Habitatdiversität Kapitel 3.1.2.3.

⁴⁶ Uehlinger (2001) evaluiert die Stabilität der Thur in Bezug auf Metabolismus und kommt zum Schluss, dass die Stabilität des Substrates wie auch dessen Mächtigkeit wesentlich die Resistenz eines Fließgewässersystems gegen Hochwasser ausmachen.

3.1.6. Die Indikatoren „Anzahl Besucher“, „Variabilität der Nutzungsformen“ und „Zugänglichkeit“

3.1.6.1. Erhebungen und Ergebnisse

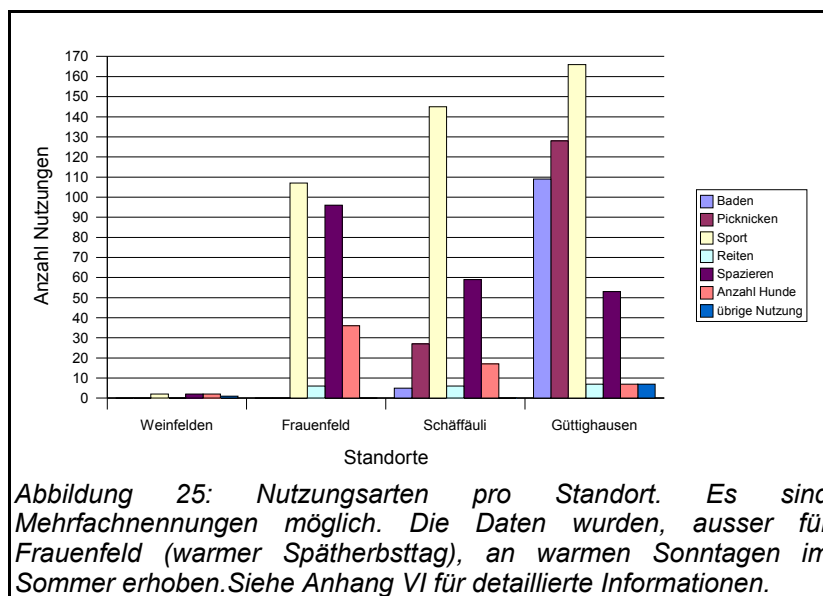
Für den Indikator „Anzahl Besucher“ werden an einem als strategisch wichtig erachteten Standort im Projektperimeter die Leute gezählt, die den Standort nutzen.⁴⁷ Gleichzeitig werden die verschiedenen Nutzungen des Standortes erfasst.



Wie aus den Daten ersichtlich, sind die Resultate für die beiden Kontrollstandorte ziemlich unterschiedlich. Nimmt man für die hypothetische Kontrolle den Durchschnitt von 125 Personen, werden die beiden Thurabschnitte „Gütighausen“ und „Schöffäuli“ mit 425 respektive 237 Besuchern mit dem Indikatorwert 1 und 0.9 bewertet.⁴⁸

Aus den der vorliegenden Arbeit zugrundeliegenden Daten geht hervor, dass die Besucherzahlen massiv von Aufwertungsmassnahmen, wie es eine Revitalisierung sein kann, beeinflusst werden. Im

vorliegenden Fall sind ganz spezifische Gründe für die gesteigerte Attraktivität von „Gütighausen“ im Vergleich zu den anderen Standorten zu nennen. Dies sind insbesondere die Eignung des Standortes zum wassern und landen von Booten (vor allem Gummibooten). Allein 131 der Leute waren mit dem Boot unterwegs. Ein weiterer Unterschied, der sofort ins Auge fällt ist, dass in Gütighausen sehr gut gesonnt und gebadet werden kann, vor allem auch mit Kindern, weil ein ungefährlicher Ein- und Ausstieg möglich ist.



⁴⁷ Die Daten wurden in Weinfeld, Gütighausen und im Schöffäuli an sehr sonnigen und angenehm warmen Sonntagen im August erhoben. In Frauenfeld war es ein warmer Spätherbsttag.

⁴⁸ Eine Verdoppelung der Besucherzahlen von Vorher auf Nachher entspricht dem Indikatorwert 1.

3.1. Auswertung Indikatoren

Dank der Kategorien von Aktivitäten können die Faktoren, die einen Standort attraktiv machen, relativ grob ermittelt werden.

Zusammen mit der Erhebung der Besucherzahlen wird der Indikator „Variabilität der Nutzungen“ erhoben, bei welchem sowohl die wirklichen als auch die potentiellen Nutzungsmöglichkeiten des Standortes abgeschätzt werden. Dabei spielen z. B. das Vorhandensein und die Beschaffenheit der Wege, Lagerplätze, Sitzgelegenheiten etc. eine Rolle. Die Daten, die mit dem Indikator „Variabilität der Nutzung“ gewonnen werden, sind einfach nachprüf- und diskutierbar. Fehler bei der Erhebung sind fast unmöglich.

Standort	Resultate	Indikatorwert ⁴⁹
Güttighausen	10	1
Schäffäuli	10	1
Kontrolle (vorher) ⁵⁰	7.5	0.75

Tabelle 9: Auswertung des Indikators "Variabilität der Nutzungsformen" für die Standorte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“.



Abbildung 26 Quelle: A. Peter; Badende an der Verzasca.

Der Indikator „Zugänglichkeit“ wird erhoben, indem innerhalb des Projektperimeters die Zugänge, Wege und Pfade zum Flussbett gezählt und geschaut wird, ob vom Weg aus, freie Sicht auf das Wasser möglich ist. Weiter wird in die Einschätzung mit einbezogen, ob es Parkplätze hat und wie die Anbindung an den öffentlichen Verkehr ist.

Standort	Resultate	Indikatorwert ⁵¹
Güttighausen	8	0.8
Schäffäuli	7	0.7
Kontrolle (vorher) ⁵²	3.5	0.35

Tabelle 10: Auswertung des Indikators "Zugänglichkeit" für die Standorte "Güttighausen" und "Schäffäuli". Siehe Anhang VII für detaillierte Informationen.

⁴⁹ Eine Punktezahl von 10 (max. 11 möglich) entspricht einem Indikatorwert 1.

⁵⁰ Durchschnitt der Wertungen für die Standorte „Weinfeld“ und „Frauenfeld“.

⁵¹ Für die Auswertung entspricht eine Punktzahl von 10 (max. 11 möglich) einem Indikatorwert 1.

⁵² Durchschnitt der Indikatorwerte für die Standorte „Weinfeld“ und „Frauenfeld“, siehe Anhang VII für Details.

3.1.6.2. Ziel „Erholungsnutzen“

Ziel: messen des Erholungsnutzens

Indikatoren:

- Anzahl Besucher
- Variabilität der Nutzungsformen
- Zugänglichkeit

Als Erholung werden die Aktivitäten des Menschen zusammengefasst, die zur Wiederherstellung seiner körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit beitragen (Nohl 2001). Dabei sind die bei Erholung leitenden Bedürfnisse Stressabbau, Reduzieren von Reizüberflutung, körperliche Bewegung und Umgebungswechsel (Bechmann 1980 aus (Nohl 2001)), Natur um sich haben, gemeinsam etwas unternehmen, aus der verschmutzten Umwelt rauskommen (Opaschowski 1986 aus (Nohl 2001)).

Nohl beschränkt sich bei seiner Betrachtung auf eine naturschutzkonforme Erholung, d. h. eine landschaftsgebundene und naturverträgliche Erholung. Er identifiziert als Kernaktivitäten einer solchen Erholung Wandern/ Spazieren, Radfahren, Schauen/ Besichtigen, Lagern/ Ausruhen und praktische Naturaneignung, Ausreiten, Baden/ Schwimmen.

Die erholungsrelevanten Landschaftsmerkmale sind demnach:

Grundbedürfnisse der Erholungssuchenden	Erholungsrelevante Landschaftsmerkmale
Bewegung	Landschaft als Handlungsort: <ul style="list-style-type: none"> • Zugänglichkeit • Unzerschnittenheit • Sonstige Wanderinfrastruktur • Naturaneignungsbereiche • Ruhe- und Lagerbereiche
Gesundheit	Landschaft als Aufenthaltsort: <ul style="list-style-type: none"> • Saubere Luft • Bioklima • Lärmfreiheit • Geruchsfreiheit
Ästhetische Erfahrung	Landschaft als Erlebnisort: <ul style="list-style-type: none"> • Vielfalt, Naturnähe, Struktur, Eigenart, landschaftliche Ferne

Quelle: in Anlehnung an Nohl (2001, Seite 65) Über die Ausprägung der Landschaftsmerkmale entscheidet sich, ob und in welchem Mass eine gegebene Landschaft für Erholung geeignet ist (Nohl 2001).

Es wird bei der Auswertung davon ausgegangen, dass je mehr Bedürfnisse befriedigt werden können (je mehr Menschen ihre Bedürfnisse bezüglich Erholung befriedigen können), desto höher ist der Wert des Standortes. Ansätze wie die Reisekostenmethode (Conner und Gilligan 2003) (Lazo 2002) und die Methode

3.1. Auswertung Indikatoren

der Zahlungsbereitschaft (Lazo 2002) gehen von derselben Grundannahme aus.⁵³ Im Vergleich zu diesen beiden letzteren Methoden misst der Indikator „Anzahl Besucher“ zwar die Anzahl derer die Erholung suchen, nicht aber direkt den Wert, den der Standort für die Erholungssuchenden hat. Die erhobenen Kategorien von Erholungsaktivitäten entsprechen dabei im Wesentlichen den von Nohl (2001) vorgeschlagenen.

Das Versuchsdesign dieser Arbeit (räumliche Kontrolle an Stelle von zeitlicher) zeigt weitere mögliche Probleme auf. Es kann beim Indikator „Anzahl Besucher“ nicht unterschieden werden, was vom Revitalisierungsprojekt verursachte Veränderungen sind und welchen Einfluss unabhängige Faktoren haben. In Gütighausen zum Beispiel befindet sich eine Gaststätte unmittelbar neben dem Standort und an einem Veloweg, was sich auf die Resultate auswirken kann. Weiter können die Anbindung an den öffentlichen Verkehr (Frequenz, Bequemlichkeit, Distanz) sowie das Vorhandensein von Parkplätzen ebenfalls für die Attraktivität ausschlaggebend sein und sich auch in denselben Zeiträumen ändern wie Veränderungen aufgrund eines Revitalisierungsprojektes auftreten.

Weiter kann die Person, welche die Daten erhebt, die Resultate erstens durch die Wahl des Standortes beeinflussen.⁵⁴ Zweitens können beim Zählen selber Fehler auftreten, z. B. durch Doppelzählungen. Auch wenn der Indikator an einem möglichst schönen Sonntag im Sommer erhoben wird, ist zudem nicht sicher, ob die Anzahl Besucher dem Maximum für diesen Standort entspricht oder nicht. Es ist anzunehmen, dass die Besucherzahlen schwanken – um nur einige Möglichkeiten zu nennen – je nach dem, ob Ferienzeit/ ein verlängertes Wochenende vorliegt, wie die Wettervoraussage war, wie das Wetter in der vergangenen Woche war (und damit auch, wie warm die Wassertemperatur und ob der Boden feucht ist oder nicht), ob sonstige Freizeitmöglichkeiten wie Feste, Jahrmärkte etc. geboten werden.⁵⁵

Fazit: Der Indikator „Anzahl Besucher“ misst mit der Anzahl der Erholungssuchenden den Erholungsnutzen. Die Erhebungsmethode ist jedoch nicht unproblematisch, da insbesondere die Wahl des Tages wie des Standortes für die Erhebungen eine Rolle spielen.



Abbildung 27: Uferrandstreifen in Weinfeld erschwert die Zugänglichkeit.

Gerade im Fall Weinfeld hat die Fallstudie (Junker 2003) gezeigt, dass für die Einwohner von Weinfeld die Nutzung der Flusslandschaft und die Zugänglichkeit viel wichtiger sind als rein nur die Ästhetik. Sie wünschen sich eine naturnahe Thur mit Uferbänken, an die man auch baden und bräteln gehen kann. Momentan nutzen sie die Thur v. a. zum Spaziergehen und Velofahren.

Mit dem Indikator „Zugänglichkeit“ wird ein wesentlicher Teilaspekt des Erholungsnutzens gemessen. Ist die Zugänglichkeit nicht gewährleistet, kann keine Erholung stattfinden und der Erholungsnutzen des Standortes ist somit gleich null. Der Indikator berücksichtigt in seiner

⁵³ Je mehr Leute kommen und je mehr Aufwand sie bereit sind dafür auf sich zu nehmen, umso wertvoller ist das Naturgut.

⁵⁴ Es konnte bei keinem der zu untersuchenden Projektperimeter die ganze Fläche beobachtet werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Besucherzahlen deshalb höher liegen dürften, insbesondere in Gütighausen.

⁵⁵ In Frauenfeld z. B. fand am selben Sonntag ein internationales Pferderennen nur unweit des Untersuchungsstandortes statt. Es ist unklar, ob damit eher mehr Leute gezählt wurden, die auf dem Weg zum Pferderennen noch den schönen Herbsttag nutzen wollten und einen Spaziergang machten oder, ob eher weniger gezählt wurden, weil es sich beim Pferderennen sozusagen um eine Konkurrenzbeschäftigung handelte.

3.1. Auswertung Indikatoren

Bewertung die von Nohl (2001) für die Erholung als Kernaktivitäten bezeichneten Tätigkeiten indem er die Zugänglichkeit dafür abdeckt: die Möglichkeit des Spazierens und Radfahrens mit der Frage nach einem parallelen Weg, die Möglichkeit zur Erholungsnutzung „Schwimmen/ Baden“ mit der Zugänglichkeit zum Wasser etc. Mit Ausnahme der Frage nach der Sicht auf das Wasser macht der Indikator aber keine Aussagen zur Qualität des Standortes als Aufenthaltsort selber, wobei aber viele Faktoren wie zum Beispiel die Luftqualität oder Lärmbelastung gar nicht von einem Revitalisierungsprojekt beeinflusst werden können.

Der Ermessensspielraum, ob ein Zugang zum Wasser vorliegt oder nicht, ist nicht vernachlässigbar. Bei den Kontrollstrecken mit dem Vorland wurde so entschieden, dass der Zugang zum Projektperimeter gleichgesetzt wurde mit Zugang zum Vorland. Es hat sich gezeigt, dass es ausserdem äusserst wichtig ist, dass der Projektperimeter sauber festgelegt ist.⁵⁶ Auch die Beurteilung, ob z. B. die öffentlichen Verkehrsmittel nahe gelegen sind oder eher nicht, ist schwammig. Die Resultate sind somit nicht einfach nachzuprüfen. Es gibt zudem keine Quellen, wie gross die Zugänglichkeit an verschiedenen Standorten ist. In der vorliegenden Arbeit unterscheiden sich die Werte der vier Standorte allerdings recht deutlich, woraus geschlossen werden kann, dass der Indikator sehr wohl seine Berechtigung hat.

Fazit: Der Indikator „Zugänglichkeit“ misst die Möglichkeit eines Standortes, Erholungsnutzen zugänglich zu machen. Die evtl. subjektiv beeinflussbare Erhebungsmethodik wie auch die unbekannte Varianz verringern jedoch die Aussagekraft des Indikators.

Bezüglich des Indikators „Variabilität der Nutzung“ muss bedacht werden, dass ein Standort, auch wenn nur wenig verschiedene Nutzungen möglich sind, sehr wohl attraktiv sein kann. Z. B. muss ein idealer Badeplatz nicht zwingenderweise für Reiter zugänglich sein, einen befestigten Zugang aufweisen oder für das Wassern von Gummibooten geeignet sein.

Fazit: Der Indikator „Variabilität der Nutzung“ drückt nur das Potential zur Erholung aus, und das nur verzerrt, da z. B. wesentlich weniger Leute Interesse an einer Nutzung zu Pferd haben als zum Baden.

⁵⁶ In Weinfeldern wurde zuerst ein grösserer Perimeter ausgewertet und es ergab sich ein völlig anderes Bild.

3.1.7. Die Indikatoren „Projektkosten“ und „Kosten-Nutzen Analyse“

3.1.7.1. Erhebungen und Ergebnisse

Für die Indikatoren „Projektkosten“ und „Kosten-Nutzen Analyse“ werden die gesamten Projektkosten zusammengestellt. Beim „Projektkosten“ Indikator wird mittels der Überschreitung des Budgets bewertet, inwiefern das Projekt ein Erfolg war. Beim Indikator „Kosten-Nutzen Analyse“ werden die Kosten in Relation zu den vom Projekt erreichten Ziele gestellt.⁵⁷

Da der Standort „Güttighausen“ schon im Jahre 1991/ 92 realisiert wurde, liegen die Kosten im Vergleich zum Projekt im Schöffäuli tiefer.⁵⁸ In Gütighausen wurde der Kostenvoranschlag um rund 17% überschritten, was immer noch einem Nutzenwert von 1 entspricht. Im Schöffäuli wurde der Kostenvoranschlag voraussichtlich unterschritten⁵⁹, obwohl sich die Bauarbeiten im Schöffäuli über vier Jahre hinzogen im Vergleich zu zwei in Gütighausen – und sich dadurch noch eine Verteuerung auswirken kann.

Bei der Auswertung des „Kosten-Nutzen Analyse“ Indikators zeigt sich, dass beim Projekt im Schöffäuli mit grösserem Budget weniger erreicht wurde.

Standort	Kostenvoranschlag	Definitive Projektkosten	Indikatorwert
„Gütighausen“	4.2 Mio.	4.9 Mio.	1
„Schöffäuli“	10.069 Mio.	ca. 9.9 Mio.	1

Tabelle 11: Auswertung des Indikators "Projektkosten" für die Standorte "Gütighausen" und "Schöffäuli".

Oberziele	Unterziele	Indikatoren	Indikatorwert vorher	Indikatorwert nachher
Hydrogeomorphologie	Hydraulik und Morphologie	Wasserspiegelbreitenvariabilität	0.1	0.3
		Verteilung der max. Abflusstiefe		
	Sedimentregime Temperaturregime Longitudinale Vernetzung Laterale Vernetzung	Verteilung der Fließgeschwindigkeit	0.5	1
		Innere Kolmation	0.5	0.4
		Fische: Artengefüge	0	0.1
Vertikale Vernetzung Stabilität Flussbett	Schwemmholz	0.5	1	
	Uferlänge			
Biodiversität	Habitatsdiversität	Innere Kolmation	0	0.1
		Schwemmholz	0.1	0.3
		Uferlänge		
	Charakteristische Flora Charakteristische Fauna	Wasserspiegelbreitenvariabilität	0.2	0
		Verteilung der max. Abflusstiefe	0.5	0.4
		Verteilung der Fließgeschwindigkeit	0	0.1
		Pool-riffle Verhältnis		
Rückhalt organisches Material	Substratheterogenität	0	0.1	
	Fische: ökologische Gilden			
Dienstleistungen des Ökosystems	Hochwasserrückhalt Hochwasserschutz Grundwasserschutz Erholungswert	Schwemmholz	0	1
		Uferlänge	0.4	0.8
		Besucherzahlen		
Prozessorientierte Ziele	Akzeptanz Finanzielle Optimierung	Variabilität der Nutzungsformen	0	1
		Zugänglichkeit	0.22	0.5
	Stakeholderpartizipation	Projektkosten Kosten-Nutzen Durchschnitt		

Tabelle 12: Grundlagen und Auswertungen des Indikators "Kosten-Nutzen Analyse" für das "Schöffäuli": ((Durchschnitt Nutzenwerte nachher-Durchschnitt Nutzenwerte vorher)/(1-Durchschnitt Nutzenwerte vorher))/Kosten. Der Standort „Schöffäuli“ erhält mit dieser Rechnung einen Indikatorwert von 0.04, „Gütighausen“ 0.08.

⁵⁷ Summe der Nutzenwerte (Indikatorwerte) der übrigen verwendeten Indikatoren.

⁵⁸ Informationen vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) der Baudirektion Kanton Zürich (Oplatka, 7.12.) und des Amts für Umwelt des Kantons Thurgau (Baumann, 2.12.).

⁵⁹ Wegen der erst diesen Sommer beendeten Bauarbeiten liegt zurzeit nur eine Abschätzung der Gesamtkosten für das Revitalisierungsprojekt im Schöffäuli vor.

3.1.7.2. Ziel „Finanzielle Optimierung“

Ziel: Finanzielle Optimierung messen

Indikatoren:

- Kosten
- Kosten-Nutzen Analyse

Die finanziell optimalsten Projekte auszuwählen kann je nach Ansatzpunkt verschieden ausfallen. In der Standardfinanzliteratur gibt es verschiedene Ansätze wie z. B. die Net present value method (NPV), bei der die Barwerte der Projekteinnahmen und Ausgaben eine positive Summe ergeben müssen, es gibt die Internal Rate of Return (IRR): der Zinssatz, bei dem der Barwert der Projekteinnahmen und -ausgaben gleich Null ist (der IRR des Projektes muss grösser sein als das zur Verfügung gestellte Kapital) und die Payback Methode, d. h. die Anzahl Jahre, bis die Initialkosten gedeckt sind (Mitteilung von M. Filleux). In jedem Fall hat aber der Laie das Gefühl, er wisse, worum es bei Projektkosten und Kostenoptimierung geht.

Anders als z. B. bei Bauvorhaben (z. B. SIA Normen), sind Projekte im Naturschutz situativer und die Kosten damit schwieriger planbar. Es gibt daher keine gängigen Richtlinien, bei welchen Anpassungen der Projektkosten ein Projekt noch als finanziell optimal gilt, und wann als eher gescheitert.⁶⁰ Trotzdem, rein vom finanziellen Standpunkt aus, wenn nicht auf eventuelle Gewinne durch Mehrinvestitionen oder sinnvolle Verbesserungen geschaut wird, ist es immer von Vorteil, wenn nicht mehr als die geplante Summe investiert werden muss.⁶¹

Fazit: Der „Projektkosten“ Indikator misst das Ziel „Finanzielle Optimierung“ im Sinne der Planbarkeit von Projektbudgets.

Ein weiterer Unterschied zu Bauvorhaben ist, dass die Monetarisierung eines Projektwertes immer schwierig und wertbeladen ist. Gängige Kosten-Nutzen Methoden können demnach nur auf der Grundlage von allgemein akzeptierten Zielen, die im Vorhinein festgelegt wurden, basieren. Die NPV ist die einzige ökonomisch immer korrekte Methode.⁶² Der „Kosten-Nutzen Analyse“ Indikator entspricht diesen Überlegungen insofern, als dass für Projekteinnahmen die Erreichung der Ziele eingesetzt werden. Diese Ziele wiederum basieren auf Nutzenüberlegungen (es wurde festgelegt, welche Ziele den Akteuren wichtig sind).

Fazit: Der „Kosten-Nutzen Analyse“ Indikator eignet sich gut für das Messen des Zieles „finanzielle Optimierung“.

⁶⁰ Mitteilung von Ch. Diez.

⁶¹ Diese Beurteilung folgt aus planerischen Überlegungen eines Gesamtbudgets (einer Gemeinde, Kantons etc.).

⁶² Mitteilung von M. Filleux.

3.2. Übersicht Auswertung Indikatoren

Wie aus den Auswertungen in der folgenden Tabelle und den Diskussionen in Kapitel 3.1. hervorgeht, haben die Indikatoren unterschiedliche Vor- und Nachteile. Einige der Indikatoren wie z. B. die „Projektkosten“ oder die „Variabilität der Breite“ schneiden in der Bewertung überdurchschnittlich gut ab. Die meisten bewegen sich jedoch im Mittelfeld der Bewertung. Aufgrund des „Killer⁶³“-Kriteriums 2 fallen die Indikatoren „Schwemmholz“, „Substratheterogenität“ und „Variabilität der Nutzung“ aus dem Indikatorset heraus. Der Indikator „Ökologische Gilden“ erreicht die Grenze von 50% der möglichen Bewertungspunkte nicht und wird ebenfalls verworfen.

Es sind Anmerkungen zu folgenden Indikatoren zu machen:

Beim Indikator „Uferlänge“ muss darauf hingewiesen werden, dass er in der vorliegenden Arbeit datenmässig auf dünnem Eis beruht.⁶⁴ Er ist zudem kostspieliger als andere Indikatoren.

Der Indikator „pool-riffle Verhältnis“ reagiert möglicherweise zu wenig sensitiv auf Veränderungen durch ein Projekt.⁶⁵ Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass die Erhebung bei verschiedenen Abflüssen der Grund dafür ist, dass keine Veränderungen zwischen den revitalisierten Standorten und den Kontrollstrecken festgestellt wurden.

Der Indikator „Kosten-Nutzen Analyse“ macht eine komplett andere Aussage als der „Projektkosten“ Indikator. Es ist möglich, dass die Einheiten angepasst werden müssen.⁶⁶

Einige Indikatoren (wie z. B. die „Variabilität der Fliessgeschwindigkeit“ und die „Variabilität der max. Tiefe“) konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht so erhoben werden, wie sie im Steckbrief⁶⁷ beschrieben sind. Können diese Probleme jedoch gelöst werden – durch einen grösseren Aufwand (technischer oder finanzieller Art) – so macht die Verwendung dieser Indikatoren für Erfolgskontrollen durchaus Sinn.

⁶³ Wenn ein Indikator das Kriterium 2 „Wissenschaftlichkeit“ nicht zur Genüge erfüllt, wird er verworfen. D. h. ein Indikator muss 50% der möglichen Punkte, also dreissig, erreichen.

⁶⁴ Die r^2 -Werte belegen im Grunde genommen keinen Zusammenhang zwischen Abfluss und Uferlänge. Zudem ist die natürliche Varianz bei Fliessgewässern in der Schweiz noch nicht hinlänglich bekannt. Es wurden bisher nur Modelle für grössere Flusssysteme erstellt (Van der Nat et al. 2002).

⁶⁵ Die Ergebnisse in Gütighausen und im Schöffäuli besagen, dass keine Diversität vorhanden ist. Dies, obwohl rein optisch gesehen sehr wohl ein Mehr an beruhigten Zonen und insgesamt diverserem Fliesregime festgestellt werden kann.

⁶⁶ Statt die Kosten in Mio. einzusetzen, könnten sie in „100 000CHF“ in die Gleichung eingefügt werden.

⁶⁷ Im Indikatorset ist jeder Indikator und wie er zu erheben ist in einem Steckbrief beschrieben.

	Kriterium 1: ⁶⁸ Relevanz	Kriterium 2: Wissenschaftlichkeit	Kriterium 3: Schädlichkeit	Kriterium 4: Sensitivität	Kriterium 5: Varianz	Kriterium 6: Verständlichkeit	Total	Aufwand ⁶⁹
Variabilität der Breite	6	6	10	8	8	6	44	10
Variabilität der Fließgeschwindigkeit	5	7	10	5	7	6	40	5 ⁷⁰
Variabilität der maximalen Tiefe	5	8	10	5	7	6	41	5 ⁷¹
Innere Kolmation	5	8	10	2	6	7	38	10
Uferlänge	6	6	10	5	2	4	33	2
Schwemmholz	6	3	10	4	4	5	32	10
Fische: Artengefüge	5	6	5	4	8	7	35	2
Fische: Ökologische Gilden	4	6	5	5	3	2	25	2
Substratheterogenität	4	4	10	2	4	2	26	10
Pool-riffle Verhältnis	4	6	10	5	4	6	35	10
Projektkosten	4	8	10	10	10	10	52	10
Kosten-Nutzen Analyse	4	10	10	8	5	8	45	10
Anzahl Besucher	4	7	10	8	2	10	41	7
Zugänglichkeit	4	7	10	5	2	8	36	10
Variabilität der Nutzung	4	3	10	5	2	8	32	10

Tabelle 13: Auswertung der Indikatoren basierend auf den 6 Kriterien aus Kapitel 2.1.1. und den Erhebungen und Auswertungen unter Kapitel 3.1. Farblich unterlegt sind die Indikatoren, die verworfen werden. Der Aufwand wird nicht in die Auswertungen miteinbezogen, dient aber als Grundlage für die Einteilung der Indikatoren in verschiedene Aufwandskategorien.

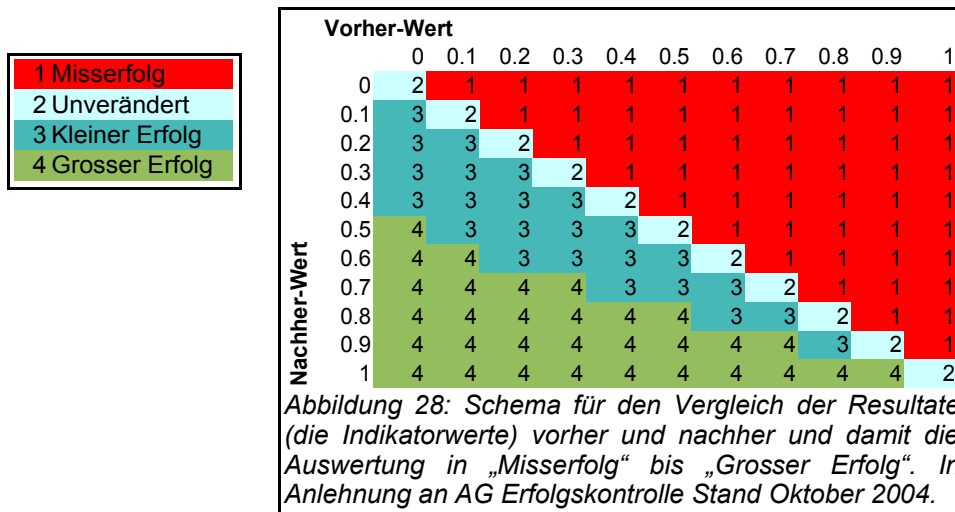
⁶⁸ Indikator ist nicht oder nur durch einen Indikator ersetzbar (5 Punkte); durch min. zwei ersetzbar (3 Punkte); zusätzlich pro abgedecktes Ziel einen Punkt.

⁶⁹ Kosten angegeben für zwei Erhebungen (eine vor und eine nach den Revitalisierungsmassnahmen); <200CHF=10 Punkte, <1000CHF=7 Punkte, <2000CHF=5 Punkte, <15000CHF=2 Punkte.

⁷⁰ Der Aufwand bei diesem Indikator beruht auf einer Schätzung.

⁷¹ Der Aufwand bei diesem Indikator beruht auf einer Schätzung.

3.3. Projektbeispiele



Mit dem in Abbildung 28 präsentierten Schema wird die Bewertung der Revitalisierungsmassnahmen vorgenommen. Jeder Indikator liefert mit dem Indikatorwert eine Beurteilung vor und eine nach den Revitalisierungsmassnahmen. Werden diese Werte gegeneinander aufgetragen (in den Spalten der vorher-Wert, in den Zeilen der nachher-Wert) kann der realisierte Erfolg (oder Misserfolg), d. h. die Erfolgskategorie, aus dem Schema herausgelesen werden. Alle Wertungen für Ziele, egal auf welcher Zielebene, basieren direkt auf den Indikatorwerten und nicht auf Durchschnittswerten der jeweils unteren Ebene. Dies ermöglicht eine höhere Genauigkeit der Resultate. Ziele, die von mehreren Indikatoren abgedeckt werden, erhalten so aber automatisch mehr Gewicht.

3.3.1. Bewertung des Revitalisierungsprojektes „Schäffäuli“

Projekterfolg	Oberziele		Unterziele		Indikatoren							
	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher						
Projekterfolg	0.19	0.45	0.31	0.44	Morphologie und Hydraulik	0.05	0.38	Variabilität der Breite	0.05	0.38		
							Variabilität der maximalen Abflusstiefe					
							Variabilität der Fließgeschwindigkeit					
							Sedimentregime	0.5	0.6	Innere Kolmation	0.5	0.6
							Temperaturregime					
							Longitudinale Vernetzung	0.5	0.5	Fische: Artengefüge	0.5	0.5
							Laterale Vernetzung	0	0.12	Schwemmholz	0	0
							Vertikale Vernetzung	0.5	0.6	Uferlänge	0	0.12
							Stabilität Flussbett			Innere Kolmation	0.5	0.6
			0.14	0.22	0.07	0.17	Schwemmholz	0	0			
							Uferlänge	0	0.12			
							Variabilität der Breite	0.05	0.38			
							Variabilität der maximalen Tiefe					
							Variabilität der Fließgeschwindigkeit					
							Pool-riffle Verhältnis	0.15	0			
							Substratheterogenität	0.39	0.35			
							Charakteristische Flora					
							Charakteristische Fauna	0.5	0.5	Fische: Artengefüge	0.5	0.5
							Rückhalt organisches Material	0	0.12	Fische: ökologische Gilden	0.38	0.63
		0.18	0.8	0.18	0.8	Schwemmholz	0	0				
						Hochwasserrückhalt			Anzahl Besucher	0	0.9	
						Hochwasserschutz			Variabilität der Nutzungsformen	0.75	1	
						Grundwasserschutz			Zugänglichkeit	0.35	0.7	
		0	0.7	0	0.7	Erholungswert	0.18	0.8				
						Akzeptanz			Projektkosten	0	1	
						Finanzielle Optimierung	0	0.7	Kosten-Nutzen Analyse	0	0.4	
						Stakeholderpartizipation						

Abbildung 29: Bewertung des Projektes „Schäffäuli“ auf verschiedenen Zielebenen, basierend auf den für diese Arbeit gewählten Indikatoren. Farbig unterlegt sind die Ziele und Indikatoren, die für die Auswertung verwendet werden. (Nur die, welche nicht verworfen wurden (Kapitel 3.2.)). Die Farben entsprechen den vier Erfolgskategorien. Die Resultate und die Einschränkungen bezüglich der Aussagen, die daraus gewonnen werden können, werden unter Kapitel 4.2. diskutiert.

1 Misserfolg
2 Unverändert
3 Kleiner Erfolg
4 Grosser Erfolg

3.3.2. Bewertung des Revitalisierungsprojektes „Güttighausen“

Projekterfolg	Oberziele		Unterziele		Indikatoren								
	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher							
Projekterfolg	0.2	0.51	Hydrogeomorphologie	0.31	0.57	Morphologie und Hydraulik	0.05	0.34	Variabilität der Breite	0.05	0.34		
						Variabilität der max. Abflusstiefe							
						Variabilität der Fließgeschwindigkeit							
						Sedimentregime	0.5	1	Innere Kolmation	0.5	1		
						Temperaturregime							
						Longitudinale Vernetzung	0.5	0.42	Fische: Artengefüge	0.5	0.42		
						Laterale Vernetzung	0	0.11	Schwemmholz	0	0		
						Uferlänge	0	0.11	Uferlänge	0	0.11		
						Vertikale Vernetzung	0.5	1	Innere Kolmation	0.5	1		
						Stabilität Flussbett							
			Biodiversität	0.13	0.16	Habitatsdiversität	0.1	0.17	Schwemmholz	0	0		
									Uferlänge	0	0.11		
									Variabilität der Breite	0.05	0.34		
									Variabilität der max. Abflusstiefe				
									Variabilität der Fließgeschwindigkeit				
									Pool-riffle Verhältnis	0.15	0		
			Charakteristische Flora	0.5	0.42	Charakteristische Fauna	0	0.11	Fische: Artengefüge	0.5	0.42		
									Fische: ökologische Gilden	0.38	0.75		
									Schwemmholz	0	0		
									Uferlänge	0	0.11		
Dienstleistungen des Ökosystems	0.18	0.93	Rückhalt organisches Material	0.18	0.9	Hochwasserrückhalt							
						Hochwasserschutz							
						Grundwasserschutz							
						Erholungswert	0.18	0.9	Anzahl Besucher	0	1		
Prozessorientierte Ziele	0	0.54	Akzeptanz	0	0.54	Variabilität der Nutzungsformen	0.75	1					
						Zugänglichkeit	0.35	0.8					
						Projektkosten	0	1					
						Kosten-Nutzen Analyse	0	0.08					
			Stakeholderpartizipation										

Abbildung 30: Bewertung des Projektes „Güttighausen“ auf den verschiedenen Zielebenen. Vorgehen und Bedingungen wie bei Abbildung 29.

1 Misserfolg
2 Unverändert
3 Kleiner Erfolg
4 Grosser Erfolg

DISKUSSION

4.1. Diskussion der Methodik „Indikatorset“

Fragestellung 1: Sind die verwendeten Indikatoren in der Praxis brauchbar? Erfüllen sie bestimmte Kriterien, die den sozioökonomischen Rahmen des Projektes mitberücksichtigen?

Die Indikatoren sind, wie aus den Resultaten auf Seite 55 hervorgeht, für Erfolgskontrollen unterschiedlich geeignet. Der Hauptgrund, weshalb sich einige der Indikatoren als wenig geeignet erweisen, ist das Kriterium 2, das nach der Reliabilität und der Validität der Messungen fragt.⁷²

Die Fragestellung 1 muss für folgende Indikatoren verworfen werden:⁷³

- **„Schwemmholz“:** Der Indikator misst nicht, was gemessen werden soll.⁷⁴ Die natürliche Varianz der Schwemmholzmenge ist gross und die Menge Schwemmholz, die in Schweizer Fließgewässern zu finden ist, weit von einem natürlichen Zustand entfernt. Er ist bei Projektperimetern ohne trocken liegende Flächen schwierig zu erheben.
- **„Substratheterogenität“:** Der Indikator misst nicht gut genug, was er messen soll. Hinzu kommt, dass der Einfluss, den Revitalisierungsprojekte auf diese Grösse haben, relativ gering ist. Der Indikator „Substratheterogenität“ ist zusätzlich redundant und wenig attraktiv zu kommunizieren.
- **„Variabilität der Nutzung“:** Auch wenn dieser Indikator relativ attraktiv wäre: er misst nicht, was gemessen werden soll. Weiter ist die Varianz von Standort zu Standort unbekannt.
- **„Ökologische Gilden“:** Der Indikator „Ökologische Gilden“ ist schwierig kommunizierbar, er ist im Indikatorset leicht ersetzbar und ist zudem eher teuer.

Aus den Auswertungen im Kapitel 3.1. hat sich weiter herausgestellt, dass viele Indikatoren nur Teilaspekte eines Zieles messen. Die Aussage bezüglich des Erfolges eines Unterziels bei einem Projekt muss aber unabhängig sein von der Wahl der Indikatoren. Um diese Tendenz zu überprüfen, werden bei den Abbildungen 31 und 32 verschiedene Kombinationen von Indikatoren geprüft. Die Vermutung kann bestätigt werden: die Wahl der Indikatoren hat einen wesentlichen Einfluss auf die Aussage zum Erfolg einzelner Ziele. Bei diesen Modellierungen (Abbildung 31 und 32) konnten nur die Indikatoren der Unterziele „Erholungswert“ und „Finanzielle Optimierung“ ausgetauscht werden. Beim Indikator „Kosten-Nutzen Analyse“ ist nicht sicher, ob er in einer falschen Einheit misst. Dieser Frage müsste mit mehr Indikatoren und Zielen weiter nachgegangen werden.

Die Aussage in Bezug auf den Projekterfolg ist denn auch je nach Unterziel verschieden.⁷⁵ Sie sollen aber auch nicht – im Gegensatz zu den Indikatoren – ein Oberziel völlig abdecken. Es sind bewusst nur Teilaspekte, die je nach Zielsetzung mehr oder weniger angestrebt werden. Es macht daher Sinn, je nach Massnahme auch die entsprechenden Unterziele wählen zu können.

⁷² Dies macht Sinn, sind nämlich die Ziele einmal gesetzt (und damit, was die Indikatoren zu messen haben) sind die wissenschaftliche Grundlage und Objektivität die wichtigsten Bedingungen an einen Indikator (Niemeijer 2002 aus (Niemi 2004) (Niemi 2004) (Dale und Beyeler 2001).

⁷³ Diese Entscheidungen gelten für die Resultate, wie sie aufgrund der Arbeit der AG Erfolgskontrolle mit dem Stand von Dezember 2004, ausgewertet wurden. Einschränkungen bez. des Verwerfens aus dem Indikatorset werden unter Schlussfolgerungen erläutert.

⁷⁴ Abgesehen von der „Habitatdiversität“. Diese wurde jedoch aus anderen Gründen als Ziel verworfen (Stand Januar 2005).

⁷⁵ Z. B. „Charakteristische Fauna“ und „Habitatdiversität“.

4.1. Diskussion der Methodik „Indikatorset“

	Oberziele	Unterziele	Indikatoren	
Projekterfolg	Hydrogeomorphologie	Morphologie und Hydraulik	Variabilität der Breite	
		Sedimentregime	Innere Kolmation	
		Temperaturregime		
		Longitudinale Vernetzung	Fische: Artengefüge	
		Laterale Vernetzung	Uferlänge	
		Vertikale Vernetzung	Innere Kolmation	
		Stabilität Flussbett		
	Biodiversität	Habitatsdiversität		Uferlänge
				Variabilität der Breite
				Pool-riffle Verhältnis
		Charakteristische Flora		
		Charakteristische Fauna	Fische: Artengefüge	
	Dienstleistungen des Ökosystems	Rückhalt organisches Material	Uferlänge	
		Hochwasserrückhalt		
		Hochwasserschutz		
		Grundwasserschutz		
	Prozessorientierte Ziele	Erholungswert	Anzahl Besucher	
			Zugänglichkeit	
		Akzeptanz		
		Finanzielle Optimierung	Projektkosten Kosten-Nutzen Analyse	
Stakeholderpartizipation				

Abbildung 31: Zur Illustrierung, wie mit der Wahl der Indikatoren die Aussage zum Projekterfolg verändert werden kann. Als Grundlage dienen die Resultate des Projektes im Schaffäuli. In dieser Abbildung wurden die Indikatoren und Ziele verwendet, die sich aufgrund der Revitalisierungsmassnahmen verbessert haben. Die Werte, die für die Auswertung verwendet wurden, sind farbig unterlegt.

1 Misserfolg
2 Unverändert
3 Kleiner Erfolg
4 Grosser Erfolg

	Oberziele	Unterziele	Indikatoren	
Projekterfolg	Hydrogeomorphologie	Morphologie und Hydraulik	Variabilität der Breite	
		Sedimentregime	Innere Kolmation	
		Temperaturregime		
		Longitudinale Vernetzung	Fische: Artengefüge	
		Laterale Vernetzung	Uferlänge	
		Vertikale Vernetzung	Innere Kolmation	
		Stabilität Flussbett		
	Biodiversität	Habitatsdiversität		Uferlänge
				Variabilität der Breite
				Pool-riffle Verhältnis
		Charakteristische Flora		
		Charakteristische Fauna	Fische: Artengefüge	
	Dienstleistungen des Ökosystems	Rückhalt organisches Material	Uferlänge	
		Hochwasserrückhalt		
		Hochwasserschutz		
		Grundwasserschutz		
	Prozessorientierte Ziele	Erholungswert	Anzahl Besucher	
			Zugänglichkeit	
		Akzeptanz		
		Finanzielle Optimierung	Projektkosten Kosten-Nutzen Analyse	
Stakeholderpartizipation				

Abbildung 32: Siehe für Erläuterungen Abbildung 31. Im Unterschied dazu wurden in dieser Abbildung die Indikatoren verwendet, die Ziele messen, die trotz der Revitalisierungsmassnahmen keinen Unterschied zu vorher erkennen lassen.

4.1. Diskussion der Methodik „Indikatorset“

Fragestellung 2: Ist mit dem Indikatorset, bestehend aus den gewählten fünfzehn Indikatoren, eine eindeutige Aussage zur Güte von Revitalisierungsprojekten möglich?

Für eine Erfolgskontrolle im engeren Sinn⁷⁶ muss eine eindeutige Aussage zur Wirkungskontrolle⁷⁷ gemacht werden können. Für eine Erfolgskontrolle, wie sie die AG Erfolgskontrolle anstrebt, muss auch eine eindeutige Aussage zum Umsetzungsprozess⁷⁸ gemacht werden können.

Für die Wirkungskontrolle kann der Vergleich zwischen vorher und nachher angestellt werden: einerseits qualitativ mit den (farbigen) Erfolgskategorien, andererseits quantitativ mit den aggregierten Indikatorwerten auf den verschiedenen Zielebenen. „Entspricht der Nachher-Wert dem Soll-Wert der Projektzieldefinition?“ (Wirkungskontrolle). Die Konzeption des Indikatorsets schreibt nicht vor, dass die Projektleitung einen Soll-Wert pro Indikator festzulegen hat, den es zu erreichen gilt. Das Indikatorset untersucht lediglich den Ist-Zustand vorher/ nachher und geht nur insofern auf die Zielsetzung ein, als dass die Wahl und die Gewichtung der Ziele berücksichtigt werden. Der Idealwert⁷⁹ erleichtert allerdings einen Vergleich zwischen angestrebtem und realisiertem Erfolg.

Zum Beurteilen des Umsetzungsprozesses können die Indikatoren „Kosten-Nutzen Analyse“ und „Projektkosten“ herbeigezogen werden. Sie beantworten die Fragen, ob die Ressourcen planmässig eingesetzt wurden und ob der Nutzen des Projektes in einem guten Verhältnis zu den eingesetzten Ressourcen steht, ob sie effizient genutzt worden sind. Die Frage, inwiefern die gesetzten Umsetzungs- und Verfahrensziele erreicht wurden, kann nur beantwortet werden, wenn von der Projektleitung vorhergehend solche festgelegt worden sind.

Dank der Übersicht zu möglichen Zielen einerseits und andererseits dank dem Idealwert ist sich die Projektleitung dessen bewusst, was machbar ist, und kann sinnvolle Ziele setzen. Dieser letzte Aspekt entspricht einer Zielanalyse. Es wird hinterfragt, welche Projektziele Sinn machen. Wie vorhergehend erwähnt, ist es jedoch vom Indikatorset her nicht zwingend, dass Soll-Werte der Zielerreichung festgelegt werden. Einzig bei der Auswertung des Indikators „Kosten-Nutzen Analyse“ wird die Frage nach potentielltem und realisiertem Nutzen automatisch gestellt und in die Auswertung miteinbezogen.

Das Indikatorset erfüllt die Anforderungen an eine Erfolgskontrolle. Es ist eine eindeutige Aussage möglich. Praktisch gesehen muss jedoch – wie folgende Ausführungen zeigen – vom Projekt her eine Bedingung erfüllt sein: Für eindeutige Resultate müssen die Zielsetzungen im Voraus festgelegt worden sein.

Es wurde im Kapitel 1.2. diskutiert, dass verschiedene Akteure verschiedene Erwartungen an Revitalisierungsprojekte haben und es demnach schon bei der Zielsetzung zu einer Wertung kommt. Wertungen können auf verschiedene Art und Weise vorgenommen werden:

- Die Wahl von (erfolgversprechenden) Indikatoren (vorhergehend besprochen)
- Die Gewichtung von Zielen
- Der Einbezug oder das Auslassen von Zielen

⁷⁶ Wie sie auf Seite 9 definiert wurde.

⁷⁷ „Kann zwischen dem Nachher-Wert und der Kontrolle ein signifikanter Unterschied festgestellt werden?“ und „Entspricht der Nachher-Wert dem Soll-Wert der Projektzieldefinition?“

⁷⁸ „Wurden die Ressourcen planmässig und effizient genutzt?“ und „War der Umsetzungsprozess effektiv, d. h. wurden die formulierten Umsetzungs- und Verfahrensziele erreicht?“ „Ist das Kosten-Nutzen Verhältnis, das Verhältnis zwischen den eingesetzten Ressourcen und den erreichten Zielen, zufrieden stellend?“

⁷⁹ Pro Indikator wird je mit dem Indikatorwert 1 ein Idealwert gegeben. Meistens beruht dieser auf einer wissenschaftlichen Grundlage und ist nicht wertbeladen.

4.1.1. Gewichtungsmöglichkeit 1: Gewichtung von Zielen

Um den Einfluss von Wahlmöglichkeiten bezüglich Gewichtungen zu untersuchen, werden bei den Abbildungen 30 und 31 sowohl die Unterziele als auch die Oberziele gewichtet. Einmal werden die Aspekte stärker betont, d. h. gewichtet, die mit den Revitalisierungsmassnahmen nicht wesentlich verbessert werden konnten. Bei der zweiten Variante werden die positiv ausfallenden Wertungen bezüglich einzelner Ziele stärker gewertet.

Trotz starker Gewichtung ändert sich das Bild bezüglich der Farben/ der Erfolgskategorien nicht.⁸⁰

Ob dies so ist, weil in dieser Arbeit wenig Ziele und wenig Indikatoren zur Verfügung stehen, kann hier nicht geklärt werden. Im vorliegenden Beispiel z. B. kann sich die Aussage bei den „Prozessorientieren-“ und den „Dienstleistungen des Ökosystems-“ Zielen auf Oberzielebene nicht ändern, weil es je nur eine „Quelle“ für die entsprechende Information hat, das Unterziel „Erholungswert“ resp. das Unterziel „finanzielle Optimierung“. In diesem Fall fließt die Information von Gewichtung erst in die Aussage zum gesamten Projekterfolg ein.

4.1.2. Gewichtungsmöglichkeit 2: Wahl der Ziele

Wie aus den folgenden Abbildungen ebenfalls leicht herausgelesen werden kann, hat die zweite Möglichkeit der Gewichtung – die Wahl oder das Weglassen von Zielen – den stärkeren Einfluss auf das Resultat als das tatsächliche Gewichten von Zielen. Je nach dem, welche Unterziele gewählt werden, ist die Aussage bezüglich des Projekterfolges unterschiedlich. Dies ist legitim, da je nach Zielsetzung die Schwerpunkte anders gesetzt werden. Will man jedoch eine möglichst eindeutige und gesamtheitliche Aussage zum Projekterfolg, so müssten alle Aspekte eines Revitalisierungsprojektes betrachtet werden. Aus praktischen Überlegungen zum Aufwand macht es aber Sinn, nur die Ziele zu messen, bei welchen auch eine Veränderung aufgrund des Projektes erwartet werden darf. Deswegen ist es um so wichtiger, im Vorfeld eines Projektes die Ziele festzulegen, damit alle Beteiligten von derselben „eindeutigen“ Aussage sprechen.

⁸⁰ Die quantitativen Wertungen variieren natürlich mit der Gewichtung. Die Einteilung in Erfolgskategorien (Farben) ist jedoch grob und somit robust genug, auch starke Gewichtungen abzufedern.

4.2. Diskussion der Resultate

Weil die Zielsetzungen nicht im Voraus festgelegt worden waren⁸¹, kann keine Aussage zum Gesamterfolg der Projekte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ gemacht werden. Es werden in der vorliegenden Arbeit nur rund die Hälfte der möglichen Ziele beurteilt, was einer Gewichtung gleichkommt, wie sie vielleicht von der Projektleitung nicht geplant war. Zudem sind, wie aus Kapitel 3.2. hervorgeht und weiter unten noch diskutiert wird, bezüglich der Aussagekraft einiger Indikatoren Vorbehalte angebracht. Wie weiter aus den Auswertungen hervorgeht, ist ein Indikator pro Unterziel tendenziell zu wenig. Die Indikatoren decken jeweils nicht unbedingt alle Aspekte eines Ziels ab und müssten so kombiniert werden, dass sie sich sinnvoll ergänzen. Die Resultate sind deshalb mit Vorbehalten zu betrachten.

Dass der Indikator „Artengefüge“ bei beiden Projekten keine Verbesserung oder im Fall von „Güttighausen“ sogar eine Verschlechterung anzeigt, könnte an der Untersuchungsanordnung liegen, die einen örtlichen an Stelle eines zeitlichen Vergleichs anstellt. Gerade bei den Fischen ist dieser Ansatz problematisch, da das Wehr bei Grüneck, welches zwischen den Standorten „Frauenfeld“ und „Weinfeld“ liegt, ein Wanderungshindernis darstellen kann. Beim Standort „Weinfeld“ sind zudem im Vergleich zu den Standorten weiter unten vermehrt Groppen und Forellen zu finden. Um solche Verzerrungen zu vermeiden wurden jedoch zwei Kontrollstandorte gewählt und jeweils der Durchschnitt für die Auswertung benutzt. Allein an der Versuchsanordnung kann es nicht liegen, dass bezüglich des Artengefüges der Fische wenig verbessert werden konnte. Je nach Projekt sind noch andere, unterschiedliche Gründe zu nennen. Im Falle vom „Schäffäuli“ ist es hauptsächlich der Umstand, dass wegen einiger Stichlinge und Haseln beim Punkt „standortfremde Arten“ weniger Punkte vergeben werden. Ob z. B. Haseln aber tatsächlich standortfremd sind, ist fraglich.⁸² Beim Standort „Güttighausen“ ist die Fischdichte geringer, obwohl er mit vergleichbarem Aufwand befischt wurde wie die anderen Standorte.

Einschränkungen bez. der Aussagekraft der anderen Indikatoren ist vor dem Hintergrund der Diskussion unter Kapitel 3.2. zu betrachten. Dies betrifft zusätzlich zu den Indikatoren, die verworfen wurden und deshalb nicht für die Auswertung verwendet werden konnten, insbesondere die Resultate der Indikatoren „Uferlänge“ (Datenlage sehr unsicher) und „Kosten-Nutzen Analyse“ (Einheiten noch nicht adäquat?), „pool-riffle Verhältnis“ (zu wenig sensitiv oder bei falschem Abfluss erhoben?).

Geht man jedoch davon aus, dass die Unterziele mit den verwendeten Indikatoren trotzdem genügend abgedeckt sind, kann gesagt werden, dass die Projekte „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ tendenziell ein Erfolg waren.

4.3. Diskussion des Vorgehens

Beim Vorgehen hat sich in erster Linie die Untersuchungsanordnung mit räumlichem statt zeitlichem Vergleich als schwierig erwiesen. Es stellen sich Probleme, welche bei einem vorher-nachher Vergleich nicht auftauchen würden. Dies sind Unsicherheiten beim Indikator „Artengefüge“ oder beim Indikator „Anzahl Besucher“, bei denen sich die Frage stellt, ob die so verwendete Referenz wirklich einem vorher-Zustand entspricht.⁸³

⁸¹ Die Projektleitung konnte ihre Ziele nicht auf der Basis der Ziele, wie sie im Indikatorset verwendet werden, festlegen, weil die Projekte vor der Ausarbeitung des Indikatorsets abgeschlossen wurden.

⁸² Siehe Kapitel 3.1.4. für Probleme beim Verwenden von historischen Schriften als Referenz.

⁸³ Die Unterschiede zwischen den Kontrollstrecken „Weinfeld“ und „Frauenfeld“ bez. der Anzahl Besucher war massiv (siehe Kapitel 3.1.6.). Für die Einschränkungen beim Indikator Artengefüge, siehe Ausführungen unter Kapitel 4.2.

4.3. Diskussion des Vorgehens

Weiter beschränken sich die Aussagen, die zum Indikatorset gemacht werden können, hauptsächlich auf das Aufzeigen von Tendenzen. Um Indikatoren abschliessend beurteilen zu können, müssten sie in erster Linie in Bezug auf alle Ziele, die sie zu beurteilen haben, diskutiert werden. Inwiefern die Wahl und Gewichtung von Zielen einen Einfluss auf das Gesamtergebnis haben, müsste mit wesentlich mehr Indikatoren und Zielen simuliert werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Fragestellung 1, ob die Indikatoren in der Praxis anwendbar sind, konnte nicht für alle Indikatoren bestätigt werden. Basierend auf den Resultaten wird vorgeschlagen, den Indikator „Ökologische Gilden“ ganz aus dem Indikatorset auszuschliessen. Für die Indikatoren „Substratheterogenität“, „Variabilität der Nutzung“ und „Schwemmholz“ müsste abgeklärt werden, inwiefern sie weitere Ziele zufrieden stellend abdecken. Allein basierend auf der Güte dieser Indikatoren bezüglich des Messens der hier untersuchten Ziele müssen sie verworfen werden.⁸⁴

Die übrigen Indikatoren wurden als grundsätzlich gut befunden⁸⁵, wobei bei einigen die Erhebungsmethodik noch angepasst werden muss oder die Datenlage in der vorliegenden Untersuchung eher dünn ist.⁸⁶ Bei allen Indikatoren ist bei einer Zuordnung zu anderen Zielen (wenn mit dem Indikator zusätzliche Ziele beurteilt werden sollen) unbedingt sorgfältig zu prüfen, ob sie diese auch wirklich messen.

Mit Abstand am attraktivsten erwiesen sich die Indikatoren „Variabilität der Breite“, „Innere Kolmation“, die „Anzahl Besucher“ und die Indikatoren „Projektkosten“ und „Kosten-Nutzen Analyse“. Sie messen auf einfache Art und Weise was sie beurteilen sollen, sind schnell erhoben und einfach nachvollziehbar, deshalb auch attraktiv zu kommunizieren. Diese Indikatoren sind vorrangig zu behandeln, evtl. gar vorzugeben.

Es hat sich gezeigt, dass bei fast allen Indikatoren nur Teilaspekte der zu messenden Unterziele abgedeckt werden. Einzelne Indikatoren messen nicht dasselbe, obwohl sie dem gleichen Unterziel zugeordnet sind (müsste aber zwingend so sein). Die Aussage ist zwar tendenziell dieselbe, trotzdem wird empfohlen, erstens jeweils pro Unterziel mehrere Indikatoren zu verwenden und zweitens, diese vorzugeben.⁸⁷ So wäre sichergestellt, dass alle wichtigen Aspekte eines Zieles beurteilt werden. Der Erfolg verschiedener Projekte könnte auf derselben Basis beurteilt werden, sofern ein Vergleich erwünscht ist.

Die Fragestellung 2 nach der Brauchbarkeit des Indikatorsets konnte für die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Projektbeispiele „Güttighausen“ und „Schäffäuli“ nicht beantwortet werden. Dies, weil die Zielsetzungen nicht im Voraus festgelegt worden waren. Die vorliegende Bewertung basiert aber auf einer Gewichtung⁸⁸, wie sie von der Projektleitung vielleicht nicht geplant war. **Theoretisch können mit dem Indikatorset jedoch die für eine Erfolgskontrolle wichtigen Fragen beantwortet werden.** Es kann sogar auf Fragen eingegangen werden, die eher im – weiter gesteckten – Rahmen einer Evaluation anzusiedeln wären, wie z. B. Fragen nach dem Umsetzungsprozess und nach einer Zielanalyse.

Für eine eindeutige Aussage zu Revitalisierungsprojekten ist es wichtig, dass im Voraus verbindlich und im Konsens aller Beteiligten die Ziele sowie eventuelle Gewichtungen festgelegt werden. Da mit der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte, dass v. a. der Einbezug oder das Auslassen von Zielen eine Rolle spielt, ist zu überlegen, diese pro Massnahme fest vorzugeben. Die Untersuchungen haben weiter ergeben, dass die Frage, ob gewichtet wird oder nicht, tendenziell von kleinerer Bedeutung ist.⁸⁹ Sie liesse den Anwendern Spielraum für eigene Wertungen.

⁸⁴ Die Auswertungen beruhen auf dem Stand der Arbeit der AG Erfolgskontrolle vom Dezember 2004.

⁸⁵ Lediglich in Bezug auf die hier untersuchten Ziele, Stand der AG Erfolgskontrolle Dezember 2004. Eine Zusammenstellung findet sich unter Kapitel 2.2.

⁸⁶ Siehe dazu Kapitel 3.2.

⁸⁷ Es wären immer noch Kombinationen auf verschiedenen Aufwandsstufen denkbar.

⁸⁸ Es wurde nur die Hälfte der Ziele beurteilt.

⁸⁹ Bez. dieses Punktes wären weitere Abklärungen mit mehr Indikatoren und mehr Unterzielen nötig.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Weiter hat sich gezeigt, dass im Rahmen des Indikatorsets nur fakultativ Soll-Werte für die Ziele festgelegt werden. So wird implizit davon ausgegangen, dass bei jedem Ziel jeweils der grösstmögliche Erfolg angestrebt wird, was nicht immer Sinn macht.

Mit dem Indikator „Kosten-Nutzen Analyse“ lässt sich die Frage nach der Verfahrens- und Umsetzungskontrolle beantworten. Dieser Indikator sollte deshalb zwingend in die Erfolgskontrolle eingebaut sein. Es bietet sich an, den Indikator auf einer anderen, höheren Ebene der Bewertung einzusetzen, da er die Resultate der anderen Ziele integriert und somit als einziger Indikator eine Art Zielanalyse anstellt.⁹⁰

Mit der verwendeten Kombination von Indikatoren konnten in dieser Arbeit mit nur neun Indikatoren zehn von achtzehn Zielen abgedeckt werden (wobei die meisten Ziele mit nur einem Indikator beurteilt wurden). Die Kosten für die Erfolgskontrollen liegen in beiden Fällen deutlich unter einem Prozent der Kosten für das Projekt. Es ist daher anzunehmen, dass die Unterziele mit jeweils min. zwei Indikatoren abgedeckt werden könnten und sich die Kosten für die Erfolgskontrolle immer noch in einem vernünftigen Rahmen bewegen würden.⁹¹

⁹⁰ Vergleich zwischen potentiell und realisiertem Erfolg.

⁹¹ Der Kanton Bern verwendete in den Jahren 1998-2001 6% der Gelder aus dem Renaturierungsfonds für Studien und Gutachten. Allgemein wird je nach Projektgrösse mit 2 bis maximal 10% des Projektbudgets für Evaluation gerechnet (Mitteilung K. Peter 2004; Evaluationen, Projektmanagement, Consulting). Ob Erfolgskontrollen mit mehreren Indikatoren pro Unterziel noch finanziell tragbar sind, müsste jedoch aufgrund verschiedener Kombinationen von Indikatoren weiter abgeklärt werden.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBE, T. B., AND D. R. MONTGOMERY. 1996. Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers. *Regulated Rivers-Research & Management* 12(2-3): 201-221.
- ALLAN, J. D. 1995. *Stream Ecology, Structure and Function of running waters*. Chapman and Hall.
- ANGERMEIER, P. L., AND J. R. KARR. 1984. Relationships between Woody Debris and Fish Habitat in a Small Warmwater Stream. *Transactions of the American Fisheries Society* 113(6): 716-726.
- ASPETSBERGER F., F. HUBER, S. KARGL, B. SCHARINGER, P. PEDUZZI, AND T. HEIN. 2002. Particulate organic matter dynamics in a river floodplain system: impact of hydrological connectivity. *Archiv für Hydrobiologie* 156: 23-42.
- ABSH, J. S., AND C. M. RYAN. 2002. Stream restoration and enhancement projects: Is anyone monitoring? *Environmental Management* 29(6): 877-885.
- BEZZOLA, G. R. Fassung WS 03/ 04. Vorlesungsmanuskript Flussbau. ETH Professur für Wasserbau.
- BRADSHAW, A. D. 1996. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55(Supplement 1): 3-9.
- BRATRICH, C. 2004. Planung, Bewertung und Entscheidungsprozesse im Fließgewässer Management. Kennzeichen erfolgreicher Revitalisierungsprojekte. DISS ETH Nr. 15440.
- BRUNKE M., AND T. GONSER. 1997. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *Freshwater Biology* 37: 1-33.
- BUNDI, U., A. PETER, A. FRUTIGER, M. HUTTE, P. LIECHTI, AND U. SIEBER. 2000. Scientific base and modular concept for comprehensive assessment of streams in Switzerland. *Hydrobiologia* 422: 477-487.
- BUNN, S. E., AND P. M. DAVIES 2000. Biological processes in running waters and their implications for the assessment of ecological integrity. *Hydrobiologia* 422: 61-70.
- CAIRNS, J., P. V. MCCORMICK, AND B. R. NIEDERLEHNER. 1993. A Proposed Framework for Developing Indicators of Ecosystem Health. *Hydrobiologia* 263 (1): 1-44.
- CHAPMAN, M. G. 1999. Improving sampling designs for measuring restoration in aquatic habitats. *Journal of Aquatic Ecosystems Stress and Recovery* 6: 235-251.
- CONNER, N., AND B. GILLIGAN. 2003. Concepts and Assessment Techniques as Applied in New South Wales, Australia. Vth World Parks Congress: Sustainable Finance Stream, September 2003, Durban, South Africa.
- CROOK, D. A., AND A. I. ROBERTSON. 1999. Relationships between riverine fish and woody debris: implications for lowland rivers. *Marine and Freshwater Research* 50(8): 941-953.
- DAHLSTROM, N., AND C. NILSSON. 2004. Influence of woody debris on channel structure in old growth and managed forest streams in central Sweden. *Environmental Management* 33(3): 376-384.
- DALE, V. H., AND S. C. BEYELER. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1: 3-10.

BIBLIOGRAPHIE

- DIEZ, J. R., S. LARRANAGA, A. ELOSEGI, AND J. POZO. 2000. Effect of removal of wood on streambed stability and retention of organic matter. *Journal of the North American Benthological Society* 19(4): 621-632.
- DOWNS, P. W., AND G. M. KONDOLF. 2002. Post-project appraisals in adaptive management of river channel restoration. *Environmental Management* 29(4): 477-496.
- DREYER, A. 2002. Die Wasserqualität im Einzugsgebiet der Thur. Praktikumsbericht EAWAG.
- EUROPEAN COMMISSION. 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document Nr. 10 River and lakes - Typology, Reference conditions and classification systems.
- FAIRWEATHER, P. G. 1999. State of environment indicators of "river health": exploring the metaphor. *Freshwater Biology* 41: 211-220.
- FAUSTINI, J. M., AND J. A. JONES. 2003. Influence of large woody debris on channel morphology and dynamics in steep, boulder-rich mountain streams, western Cascades, Oregon. *Geomorphology* 51(1-3): 187-205.
- FRISSELL, C. A., W. J. LISS, C. E. WARREN, AND M. D. HURLEY. 1986. A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification - Viewing Streams in a Watershed Context. *Environmental Management* 10(2): 199-214.
- GERHARD, M., AND M. REICH. 2000. Restoration of streams with large wood: Effects of accumulated and built-in wood on channel morphology, habitat diversity and aquatic fauna. *International Review of Hydrobiology* 85(1): 123-137.
- GIPPEL, C. J. 1995. Environmental Hydraulics of Large Woody Debris in Streams and Rivers. *Journal of Environmental Engineering-Asce* 121(5): 388-395.
- GRAUTE, S. 2002. Evaluation von Fließgewässer-Revitalisierungsprojekten unter besonderer Berücksichtigung der Erfolgskontrolle. Diplomarbeit. Fachhochschule Lippe und Höxter Abt. Landschaftsarchitektur und Umweltplanung.
- HARVEY, B. C., R. J. NAKAMOTO, AND J. L. WHITE. 1999. Influence of large woody debris and a bankfull flood on movement of adult resident coastal cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) during fall and winter. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56(11): 2161-2166.
- HEINRICH, D., AND M. HERZT. 2002. dtv Atlas Ökologie. Deutscher Taschenbuch Verlag.
- HENRY, C. P., C. AMOROS, AND N. ROSET. 2002. Restoration ecology of riverine wetlands: A 5-year post-operation survey on the Rhone River, France. *Ecological Engineering* 18(5): 543-554.
- HERING, D., J. KAIL, S. ECKERT, M. GERHARD, E. I. MEYER, M. MUTZ, AND I. WEISS. 2000. Coarse woody debris quantity and distribution in Central European streams. *International Review of Hydrobiology* 85(1): 5-23.
- HUNZINGER, L. M. 1998. Morphologie, Geschiebehaushalt und Grundsätze zur Bemessung. VAW Mitteilungen 159.
- INNIS, S. A., R. J. NAIMAN, AND S. R. ELLIOTT. 2000. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. *Hydrobiologia* 422: 111-131.
- JEFFRIES, R., S. E. DARBY, AND D. A. SEAR. 2003. The influence of vegetation and organic debris on flood-plain sediment dynamics: case study of a low-order stream in the New Forest, England. *Geomorphology* 51(1-3): 61-80.
- JUNGWIRTH, M., S. MUHAR, AND S. SCHMUTZ. 2002. Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47(4): 867-887.

- JUNKER, B. 2003. Wie sieht die Bevölkerung aus Weinfelden und Bürglen ihre Thur? natur + mensch 5: 4-7.
- KOLLBRUNNER, E. 1879. Erhebungen über die Fischfauna und die hierauf bezüglichen Verhältnisse der Gewässer des Kantons Thurgau. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft 4: 3-104.
- KONDOLF, G. M. 1995. 5 Elements for Effective Evaluation of Stream Restoration. Restoration Ecology 3(2): 133-136.
- KONDOLF, G. M., AND E. R. MICHELI. 1995. Evaluating Stream Restoration Projects. Environmental Management 19(1): 1-15.
- KRÄMER, A., K. EGLOFF, M. GRÜNENFELDER, H. RIBI, AND H. TRABER. 1990. Verbreitungsatlas der Fische, Neunaugen und Krebse des Kantons Thurgau. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft 50: 8.
- KURTZ, J. C., L. E. JACKSON, AND W. S. FISCHER. 2001. Strategies for evaluating indicators based on guidelines from the Environmental Protection Agency's Office of Research and Development. Ecological Indicators 1: 49-60.
- LARSON, M. G., D. B. BOOTH, AND S. A. MORLEY. 2001. Effectiveness of large woody debris in stream rehabilitation projects in urban basins. Ecological Engineering 18(2): 211-226.
- LÄUBLI-LOUD, M. 1997. Leitfaden für die Planung von Projekt- und Programmevaluationen. Hrsg. Bundesamt für Gesundheit BAG; Fachbereich Evaluation.
- LAZO, J. K. 2002. Economic Valuation of Ecosystem Services: Discussion and Application. Drug and Chemical Toxicology 25: 349-374.
- LORENZ, C. M., G. M. VAN DIJK, A. G. M. VAN HATTUM, AND W. P. COFINO. 1997. Concepts in River Ecology: Implications for Indicator Development. Regulated Rivers: Research & Management 13: 501-516.
- LORENZ, C. M., A. J. GILBERT, AND W. P. COFINO. 2001. Indicators for transboundary river management. Environmental Management 28(1): 115-129.
- MAURER R., AND F. MARTI. 1999. Empfehlungen. Begriffsbildung zur Erfolgskontrolle im Natur- und Landschaftsschutz. Hrsg. BUWAL.
- MUTZ, M. 2000. Influences of woody debris on flow patterns and channel morphology in a low energy, sand-bed stream reach. International Review of Hydrobiology 85(1): 107-121.
- NIEMI, G. J. 2004. Application of Ecological Indicators. AR Reviews in Advance.
- NIJBOER, R. C., R. K. JOHNSON, P. F. M. VERDONSCHOT, M. SOMMERHAUSER, AND A. BUFFAGNI. 2004. Establishing reference conditions for European streams. Hydrobiologia 516(1): 91-105.
- NOHL, W. 2001. Landschaftsplanung: ästhetische und rekreative Aspekte: Konzepte, Begründungen und Verfahrensweisen auf der Ebene des Landschaftsplans. Berlin, Patzer.
- NUTTER, S. 2003. What should be the aims of a successful riverrestoration project? a collation from the literature. Arbeitspapier AG Erfolgskontrolle.
- PALMER, M. A., P. ARENSBURGER, A. P. MARTIN, AND D. W. DENMAN. 1996. Disturbance and patch specific responses: The interactive effects of woody debris and floods on lotic invertebrates. Oecologia 105(2): 247-257.
- PETER, A., AND M. ERB, 1997. Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fliessgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei. Mitteilungen zur Fischerei 58.

- PETER, A., A. ARRIGONI, D. GALAT, F. HUGHES, M. JOHANSSON, F. LEPORI, C. PAHL-WOSTL, L. SANDIN, W. B. SOUTHERLAND, K. TOCKNER, L. TRANVIK, AND R. WATTS. (2004). Questions to address for formulating goals and assessing success of restoration projects. SISORL workshop, August 2004.
- PIEGAY, H. 1993. Nature, Mass and Preferential Sites of Coarse Woody Debris Deposits in the Lower Ain Valley (Mollon Reach), France. *Regulated Rivers-Research & Management* 8(4): 359-372.
- REY, P., AND J. ORTLEPP. 1997. Der neue Lebensraum der Thurfische. HYDRA-Institut für angewandte Hydrobiologie, Konstanz.
- ROBINSON, C. T. 2001. Vorlesungsunterlagen zu Limnologie WS 2001. UMNW ETH.
- ROBINSON, C. T., K. TOCKNER, AND J. V. WARD. 2002. The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47(4): 661-677.
- RONI, P. 2003. Responses of benthic fishes and giant salamanders to placement of large woody debris in small Pacific Northwest streams. *North American Journal of Fisheries Management* 23(4): 1087-1097.
- ROSENFELD, J. 2003. Assessing the Habitat Requirements of Stream Fishes: An Overview and Evaluation of Different Approaches. *Transactions of the American Fisheries Society* 132: 953-968.
- RÜMMLER, F., K. SCHRECKENBACH, U. GÖTHLING, AND S. SCHIEWE. 2004. Auswirkungen des Elektrofischfangs auf Fische und Wirbellose. *Österreichs Fischerei* 5/6: 166-170.
- SCHÄLCHLI, U. 1993. Die Kolmation von Fließgewässersohlen: Prozesse und Berechnungsgrundlagen. VAW Mitteilungen 124.
- SHIELDS, F. D., N. MORIN, AND C. M. COOPER. 2004. Large woody debris structures for sand-bed channels. *Journal of Hydraulic Engineering-Asce* 130(3): 208-217.
- SHIELDS, F. D., AND R. H. SMITH. 1992. Effects of Large Woody Debris Removal on Physical Characteristics of a Sand-Bed River. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 2(2): 145-163.
- STOCKBAUER, U. 1999. Verwertung und Verwertbarkeit von Evaluationsergebnissen. SEVAL Bulletin Nr. 12.
- STREULE, T. 2000. Erfolgskontrolle bei Revitalisierungen von Fließgewässern. Diplomarbeit. UMNW ETHZ.
- THEVENET, A., A. CITTERIO, AND H. PIEGAY. 1998. A new methodology for the assessment of large woody debris accumulations on highly modified rivers (example of two French piedmont rivers). *Regulated Rivers-Research & Management* 14(6): 467-483.
- TOCKNER, K., AND F. SCHIEMER. 1997. Ecological aspects of the restoration strategy for a river-floodplain system on the Danube River in Austria. *Global Ecology and Biogeography Letters* 6: 321-329.
- URABE, H., AND S. NAKANO. 1998. Contribution of woody debris to trout habitat modification in small streams in secondary deciduous forest, northern Japan. *Ecological Research* 13(3): 335-345.
- VAN DER NAT, D., A. P. SCHMIDT, K. TOCKNER, P. J. EDWARDS, AND J. V. WARD. 2002. Inundation Dynamics in Braided Floodplains: Tagliamento River, Northeast Italy. *Ecosystems* 5: 636-647.
- VAN DER NAT, D., K. TOCKNER, P. J. EDWARDS, AND J. V. WARD. 2003. Large wood dynamics of complex Alpine river floodplains. *Journal of the North American Benthological Society* 22(1): 35-50.

BIBLIOGRAPHIE

- WARD, J. V., F. MALARD, AND K. TOCKNER. 2001. Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors. *Landscape Ecology* 17: 35-45.
- WEHRLI, E. 1892. Fischleben der kleineren thurg. Gewässer. Beitrag zu einer Fauna des Kantons Thurgau. *Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft* 10: 61-104.
- WELCOMME, R. L. 1995. Relationships between Fisheries and the Integrity of River Systems. *Regulated Rivers: Research & Management* 11: 121-136.
- ZARN, B. 1997. Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkungen zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. *VAW Mitteilungen* 154.

ANHANG

I. Indikator „Uferlänge“: GPS Auswertung

Datum	Standort	Strecke	Länge (3D)	Anzahl Pkte	worst horiz.	aver.horiz.	Anzahl Pkte*aver.	aver.horiz.tot	Wasserstand	tot.Uferlänge pro Standort und Datum	Bemerkungen	
10.9.	Schäffäuli	SCHAF1	373	91	2	1.63	148.42		8.1		korrekt	
10.9.	Schäffäuli	SCHAF2	380	84	2.03	1.08	90.89		8		korrekt	
10.9.	Schäffäuli	SCHAF3	310	82	1.3	0.94	76.75		7.9		korrigiert; +9m weil Lücke	
10.9.	Schäffäuli	SCHAF4	657	170	1.66	0.78	132.09		7.8	1720	korrekt	
10.9.	Güttighausen	GUET4	616		1.34	0.88	0.00		8.1	616	für Modell nicht verwendet	
15.9.	Schäffäuli	BP1509S	831	349	2.8	1.15	399.61		15.5		Korrigiert; für Modell östlich gekürzt	
15.9.	Schäffäuli	S1	71	23	1.48	0.92	21.05		15.5		für Modell nicht verwendet	
15.9.	Schäffäuli	S2	17	10	1.16	1.15	11.54		15.5		für Modell nicht verwendet	
15.9.	Schäffäuli	S3	376	215	1.46	1.04	223.39		15.5	1207	Korrigiert; für Modell östlich gekürzt	
15.9.	Güttighausen	BP1509G	553	97	2.42	1.18	114.85		15.7		korrekt	
15.9.	Güttighausen	G1	701	189	2.17	1.18	223.02		15.7	1254	korrekt	
17.9.	Schäffäuli	SONE	462	147	0.41	0.36	52.48		22.5		für Modell nicht verwendet	
17.9.	Schäffäuli	STWO	422	121	0.51	0.35	42.11		22.5		Korrigiert; + 5m weil Lücke	
17.9.	Schäffäuli	STHREE	216	63	0.41	0.4	25.26		22.5		korrekt	
17.9.	Schäffäuli	SFOUR	207	48	0.43	0.42	20.16		22.5		korrekt	
17.9.	Schäffäuli	SFIVE	218	65	0.43	0.43	27.76		22.5		korrekt	
17.9.	Schäffäuli	BP1709S	995	410	2.3	1.12	460.84		22.5	2058	Korrigiert; für Modell östlich gekürzt	
17.9.	Güttighausen	GONE	509	118	2.41	1.34	158.59		21.3		korrekt	
17.9.	Güttighausen	BP1709G	668	109	1.89	1.32	144.10		21.7	1177	korrekt	
24.9.	Schäffäuli	S2491	200	48	1.27	1.22	58.61		19.8		für Modell nicht verwendet, wegen Hochwasser unvollstän	
24.9.	Schäffäuli	S2492	169	44	1.31	1.22	53.68		20.1		für Modell nicht verwendet, wegen Hochwasser unvollstän	
24.9.	Schäffäuli	S2493	438	99	1.27	0.99	97.52		22.1		für Modell nicht verwendet, wegen Hochwasser unvollstän	
24.9.	Güttighausen	G2491	675	157	1.51	0.92	144.75		19.8		korrekt	
24.9.	Güttighausen	G2492	210	54	2.15	1.12	60.37		20.2		korrekt	
24.9.	Güttighausen	G2493	498	112	1.68	1.3	146.05		21.8	1383	korrekt	
22.10.	Schäffäuli	S22101	428	90	0.94	0.76	68.40		64.4		korrigiert;+ 10m weil Lücke	
22.10.	Schäffäuli	S22102	100	25	0.74	0.72	18.05		63.9		korrekt	
22.10.	Schäffäuli	S22103	73	22	0.92	0.71	15.60		63.4		für Modell nicht verwendet	
22.10.	Schäffäuli	S22104	408	90	2.24	1.38	123.84		62		für Modell nicht verwendet	
22.10.	Schäffäuli	S22105	309	68	2.03	1.8	122.20		62		korrekt	
22.10.	Schäffäuli	S22106	124	31	2.1	1.67	51.68		61.7	961	korrekt	
22.10.	Güttighausen	G22101	410	100	2.25	1.57	157.30		65.9		korrekt	
22.10.	Güttighausen	G22102	888	195	1.6	0.82	160.29		65	1298	korrekt	
				3526				3651.22	1.04			
MODELL												
		DATUM	10.09.05	15.09.05	17.09.05	24.09.05	22.10.05					
Güttighausen	Wasserstand			15.7	21.7	20	65					
Perimeter (1100m)	Uferlinie (m/m)		1.14		1.07	1.26	1.18					
Schäffäuli	Wasserstand		7.95	15.5	22.5	62.9						
Perimeter (1000m)	Uferlinie (m/m)		1.72	1.21	2.06	0.96						

Abbildung 35: Die Daten sind Grundlage für die Modellbildung beim Indikator „Uferlinie“. Die Daten für den Wasserstand sind Tagesganglinien vom Messpunkt Thur-Alten, auf ca. 10Min. genau und provisorisch, am 20.12.2004 vom BWG erhalten.

II. Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“: Standortskizze „Güttighausen“ und „Schäffäuli“

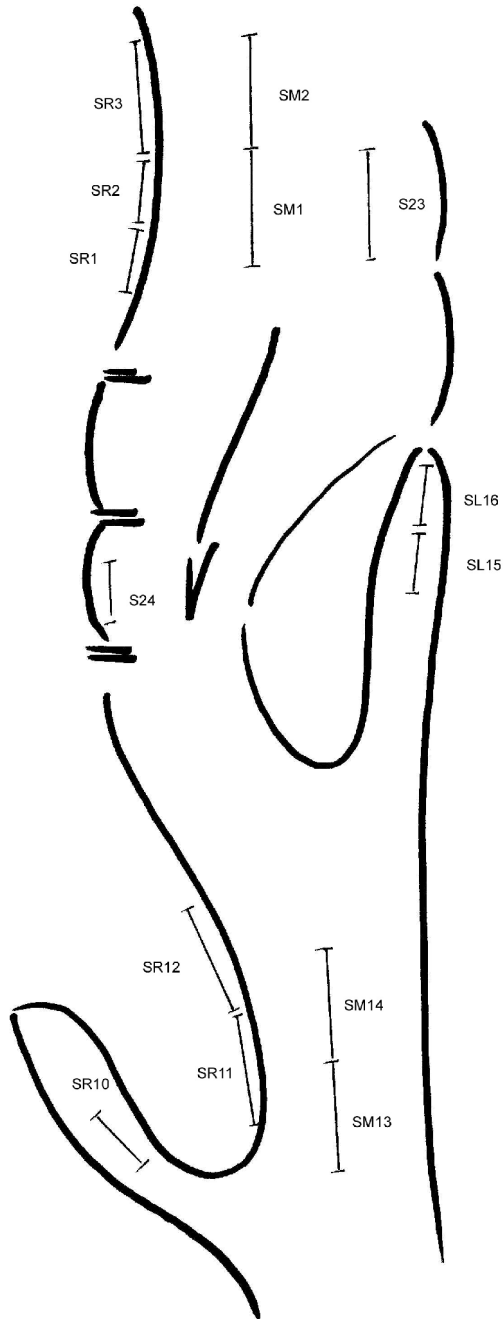


Abbildung 36: Standortskizze vom "Schäffäuli". Die Dimensionen sind nicht realitätsgetreu. Die langen Strecken entsprechen aber den 50m Strecken, die kurzen den 25m langen. Die Strecken zeigen die befischten Habitate auf. „R“ steht für rechtes Ufer, „L“ für linkes Ufer und „M“ für Flussmitte.

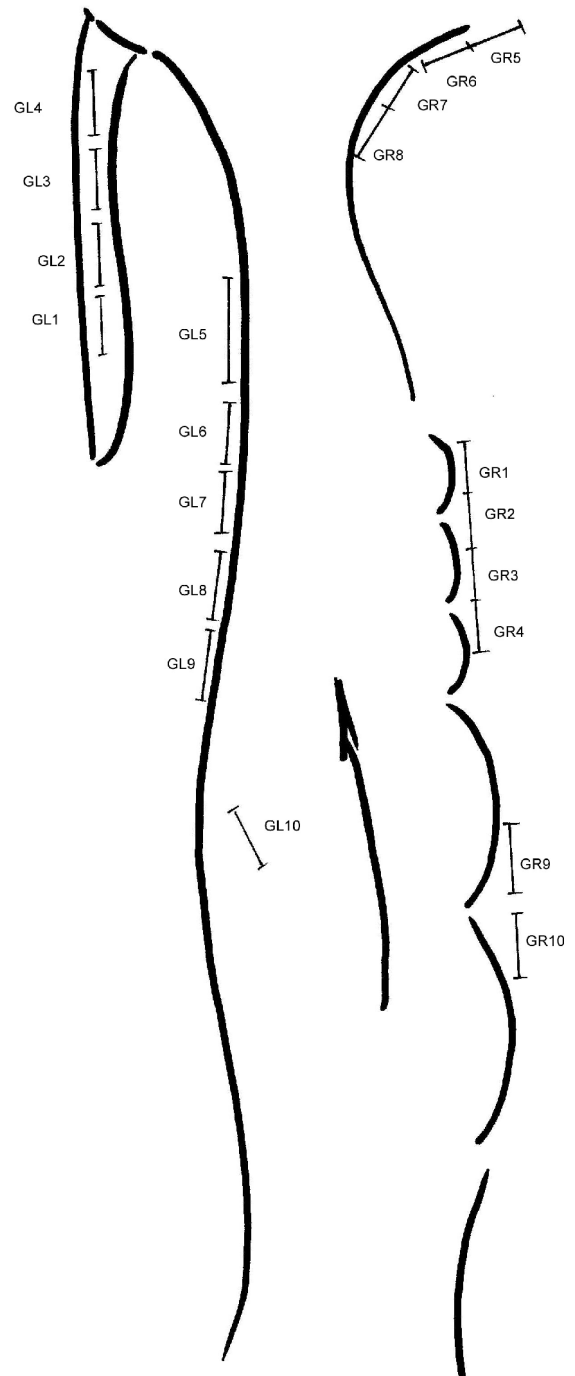


Abbildung 37: Standortskizze der befischten Strecken in Güttighausen. Siehe Abbildung 36 für Erläuterungen.

III. Indikatoren „Artengefüge“ und „Ökologische Gilden“: Informationen aus den verschiedenen Habitaten

Streckenbezeichnung Habitat	FL1bis5 Blockwurf	FM1bis5 Flussmitte	FR1und2 Naturufer	FR3bis6 Naturufer	Total	Gildenanzahl	GL1bis4 Backwater	GL10 Riffle	GL5bis9 Kiesbank	GR1bis4 Buhnen	GR5bis10 Kiesbank	GR9und10 Buhnen	Total	Gildenanzahl
Äsche	AES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bachforelle	BF	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 verwendet
Regenbogenforelle	REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hecht	HEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groppe	GRO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 nicht verwendet
Gründling	GRÜ	4	1	3	21	29 verwendet	15	0	1	0	2	5	23 verwendet	
Stromer	STR	0	0	1	1	2 nicht verwendet	9	0	2	2	0	3	16 verwendet	
Barbe	BAR	20	0	41	36	97 verwendet	8	12	4	0	6	0	30 verwendet	
Elritze	ELR	1	0	4	25	30 verwendet	13	0	0	5	3	10	31 verwendet	
Alet	ALE	1	0	3	9	13 verwendet	93	0	1	6	8	36	194 verwendet	
Schneider	SCHN	76	0	52	410	538 verwendet	18	0	0	83	0	116	217 verwendet	
Karpfen	KAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laube	LAU	0	0	6	1	7 verwendet	0	0	0	0	0	0	0	0
Nase	NAS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 nicht verwendet
Hasel	HAS	1	0	1	2	4 nicht verwendet	6	0	0	0	0	5	11 verwendet	
Rotaugen	ROA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rotfeder	ROF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schleie	SCHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dreistachliger Stichling	STI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eggl	EGL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1 nicht verwendet
Schmerle	SCH	2	0	1	4	7 verwendet	1	2	2	0	1	1	7 verwendet	
Steinbeisser	STE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schlammpeitzger	SCHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aal	AAL	3	0	0	6	9 verwendet	3	0	0	1	0	0	3	7 verwendet
Bachneunauge	BAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kaulbarsch	KBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1 nicht verwendet
Cypriniden	CYP	1	0	32	32	65 nicht verwendet	97	0	2	2	0	45	146 nicht verwendet	
Total		109	1	145	547	802	264	14	13	99	20	277	687	

Die Strecken wurden verglichen auf der Grundlage, dass ALLE Funde eine Rolle spielen, auch die, mit weniger als 5 Exemplaren

Info aus Strecke (ohne Info CYP)	Habitat	Blockwurf	Flussmitte	Naturufer	Naturufer	Gesamtstandort Frauenfeld	Backwater	Riffle	Kiesbank	Buhnen	Kiesbank	Buhnen	Gesamtstandort Güttingen
rheophil		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
indifferent		x		x	x	x	x						x
limnophil													
mässig strukturgebunden		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
strukturgebunden				x	x	x			x	x	x	x	x
strukturgebunden		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
meso-eurytherm		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
oligo-stenotherm		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
lithophil		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
pelagophil		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
psammophil		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
polyphil			x	x	x	x			x	x	x	x	x
spleophil									x				x
phytophil												x	x
euryphag		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
herbivor							x					x	x
benthivor		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
insectivor		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
pisclvor							x		x	x	x	x	x
lang		x				x	x					x	x
mittel		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
kurz		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
intermediate		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
tolerant		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
intolerant		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
kurzlebig		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
langlebig		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x
mittlere Lebensdauer		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x

Abbildung 38: Anzahl und Arten gefangener Fische pro Strecke sowie die Information, die daraus für den Indikator „ökologische Gilden“ gewonnen werden kann. „F“ steht für Frauenfeld, „W“ für Weinfelden, „G“ für Güttingen, „S“ für das Schaffäuli. Farblich unterlegt sind die Strecken, die am meisten Information zu den ökologischen Gilden beisteuern.

		SL15und16	SM13und14	SM1und2	SR11bis13	SR10	SR1bis3	A1	A2			WL1bis4	WR1und2	WR3bis5		
		Backwater	Flussmitte	Flussmitte	Kiesbank	Backwater	Kiesbank	Flussmitte	Buhnenpool	Total	Gildenzahl	Blockwurf	Naturufer	Naturufer	Total	Gildenzahl
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	4	verwendet
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 nicht verwendet
Groppe	GRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3 nicht verwendet
Gründling	GRÜ	32	0	0	0	15	4	0	7	58 verwendet	46	1	3	50 verwendet		
Strömer	STR	50	0	0	0	65	6	0	111	232 verwendet	1	0	2	3 nicht verwendet		
Barbe	BAR	14	0	0	3	0	44	1	0	62 verwendet	151	12	71	234 verwendet		
Elritze	ELR	16	0	0	1	31	4	0	2	54 verwendet	8	1	12	21 verwendet		
Alet	ALE	787	0	0	8	741	27	0	174	1737 verwendet	45	0	1	46 verwendet		
Schneider	SCHN	78	0	1	0	35	54	0	125	293 verwendet	90	0	7	97 verwendet		
Karpfen	KAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laube	LAU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nase	NAS	6	0	0	0	1	0	0	5	12 verwendet	0	0	0	0	0	0
Hasel	HAS	27	0	0	0	20	3	0	13	63 verwendet	0	0	0	0	0	0
Rotaugen	ROA	0	0	0	0	0	0	0	2	2 nicht verwendet	0	0	0	0	0	0
Rotfeder	ROF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schleie	SCHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dreistachlige	STI	1	0	0	0	17	0	0	1	19 verwendet	2	0	0	2	2 nicht verwendet	
Eggl	EGL	0	0	0	0	0	0	0	1	1 nicht verwendet	0	0	0	0	0	0
Schmerle	SCH	18	1	1	0	1	6	0	0	27 verwendet	87	32	58	177 verwendet		
Steinbeisser	STE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schlammpeis	SCHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aal	AAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bachneunauge	BAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kaulbarsch	KBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cypriniden	CYP	111	0	0	0	196	12	0	0	319 nicht verwendet	7	1	1	9 nicht verwendet		
Total		1140	1	2	12	1122	160	1	441	2879	443	47	156	646		

Die Strecken wurden verglichen auf der Grundlage, dass ALLE Funde eine Rolle spielen, auch die, mit weniger als 5 Exemplaren

Info aus Strecke (ohne Info CYP)

Habitattyp	Backwater	Flussmitte	Flussmitte	Kiesbank	Backwater	Kiesbank	Flussmitte	Buhnenpool	Schäffälli tot.	Blockwurf	Naturufer	Naturufer	Gesamtstandort	Weinfeld
rheophil	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
indifferent	X				X	X			X	X			X	X
limnophil														
mässig strukturgebunden	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
strukturungebunden	X				X	X			X	X			X	X
strukturgebunden	X				X	X	X	X	X	X			X	X
meso-eurytherm	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
oligo-stenotherm	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
lithophil	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pelagophil														
psammophil	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
polyphil														
spleophil									X	X				X
phytophil									X	X				X
euryphag	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
herbivor	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
benthivor	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
insectivor	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
piscivor					X	X			X	X			X	X
lang														
mittel	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
kurz	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
intermediate	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
tolerant	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
intolerant	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
kurzlebig	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
langlebig	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
mittlere Lebensdauer	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Abbildung 39: Fortsetzung von Abbildung 36.

IV. Indikator „Ökologische Gilden“: Individuenstärke pro Gilde

Güttighausen															
Art	BF	GRO	GRÜ	STR	BAR	ELR	ALE	SCHN	NAS	HAS	EGL	SCH	KAU	AAL	Total
Anzahl Fische	1	1	23	14	30	31	196	217	1	11	1	7	1	7	541
Gildenanzahl (JA/NEIN)	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	22
Gilden															Individuenstärke pro Gilde
rheophil	1	1	23	14	30	31	196	217	1	11	1	7	1	7	532
indifferent											1			7	9
limnophil													1		1
mässig strukturgebunden			23	14	30	31		217	1	11		7			334
strukturungebunden											1				1
strukturgebunden	1	1					196							7	205
meso-eurytherm			23		30		196	217	1	11	1	7	1	7	494
oligo-stenotherm	1	1		14		31									47
lithophil	1			14	30		196	217		11		7			476
pelagophil														7	7
psammophil			23			31									54
polyphil															0
spleophil		1													1
ostracophil															0
phytophil									1		1				2
euryphag							196			11					207
herbivor									1						1
benthivor/insectivor	1	1	23	14	30	31		217			1	7	1	7	333
detrivor															0
piscivor															0
lang														7	7
mittel					30		196		1						227
kurz	1	1	23	14		31		217		11	1	7	1		307
intermediate			23		30	31	196		1	11		7	1		300
tolerant											1			7	8
intolerant	1	1		14				217							233
kurzlebig		1	23			31		217							272
langlebig					30										30
mittlere Lebensdauer	1			14			196		1	11	1	7	1	7	239

Abbildung 40: Grundlagen für den Indikator „ökologische Gilden“. Die rot unterlegten Daten werden für die Auswertung „Gildenanzahl“ nicht verwendet, da nicht selbst erhaltende Populationen.

Schäffäuli															
Art	STI	ROA	GRÜ	STR	BAR	ELR	ALE	SCHN	NAS	HAS	EGL	SCH	Total		
Anzahl	19	2	58	232	62	54	1737	293	12	63	1	27	2560		
Gildenanzahl (JA/NEIN)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	21		
Gilden															Individuenstärke pro Gilde
rheophil			58	232	62	54	1737	293	12	63		27	2538		
indifferent	19	2									1		22		
limnophil													0		
mässig strukturgebunden			58	232	62	54		293	12	63		27	801		
strukturungebunden	19	2									1		22		
strukturgebunden							1737						1737		
meso-eurytherm	19	2	58		62		1737	293	12	63	1	27	2274		
oligo-stenotherm				232		54							286		
lithophil				232	62		1737	293		63		27	2414		
pelagophil													0		
psammophil			58			54							112		
polyphil													0		
spleophil													0		
ostracophil													0		
phytophil		2							12		1		15		
euryphag	19	2					1737			63			1821		
herbivor									12				12		
benthivor/insectivor			58	232	62	54		293			1	27	727		
detrivor													0		
piscivor													0		
lang													0		
mittel					62		1737		12				1811		
kurz	19	2	58	232		54		293		63	1	27	749		
intermediate			58		62	54	1737		12	63		27	2013		
tolerant	19	2									1		22		
intolerant				232				293					525		
kurzlebig	19		58			54		293					424		
langlebig					62								62		
mittlere Lebensdauer		2		232			1737		12	63	1	27	2074		

Abbildung 41: Grundlagen für den Indikator „ökologische Gilden“. Die rot unterlegten Daten werden für die Auswertung „Gildenanzahl“ nicht verwendet, da nicht selbst erhaltende Populationen.

Frauenfeld													
Art	BF	LAU	GRÜ	STR	BAR	ELR	ALE	SCHN	HAS	AAL	SCH	Total	
Anzahl	1	7	29	2	97	30	13	538	4	9	7	737	
Gildenanzahl (JA/NEIN)	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	20	
Gilden												Individuenstärke pro Gilde	
rheophil		1		29	2	97	30	13	538	4		7	721
indifferent			7								9		16
limnophil													0
mässig strukturgebunden				29	2	97	30		538	4		7	707
strukturungebunden			7								9		16
strukturgebunden	1							13					14
meso-eurytherm		7	29		97		13	538	4	9	7		704
oligo-stenotherm	1			2		30							33
lithophil	1	7		2	97		13	538	4		7		669
pelagophil													0
psammophil			29			30							59
polyphil													0
spleophil													0
ostracophil													0
phytophil										9			9
euryphag		7					13		4				24
herbivor													0
benthivor/insectivor	1		29	2	97	30		538		9	7		713
detrivor													0
piscivor													0
lang										9			9
mittel					97		13						110
kurz	1	7	29	2		30		538	4		7		618
intermediate			29		97	30	13		4		7		180
tolerant		7								9			16
intolerant	1			2				538					541
kurzlebig		7	29			30		538					604
langlebig					97								97
mittlere Lebensdauer	1			2			13		4	9	7		36

Abbildung 42: Grundlagen für den Indikator „ökologische Gilden“. Die rot unterlegten Daten werden für die Auswertung „Gildenanzahl“ nicht verwendet, da nicht selbst erhaltende Populationen.

Weinfeld												
Art	SCH	GRO	GRÜ	STR	BAR	ELR	ALE	SCHN	STI	BF	Total	
Anzahl	177	3	50	3	234	21	46	97	2	4	637	
Gildenanzahl (JA/NEIN)	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	16	
Gilden												Individuenstärke pro Gilde
rheophil	177	3	50	3	234	21	46	97		4	635	
indifferent									2		2	
limnophil											0	
mässig strukturgebunden	177		50	3	234	21		97			582	
strukturungebunden									2		2	
strukturgebunden		3					46			4	53	
meso-eurytherm	177		50		234		46	97	2		606	
oligo-stenotherm		3		3		21				4	31	
lithophil	177			3	234		46	97		4	561	
pelagophil											0	
psammophil			50			21					71	
polyphil											0	
spleophil		3									3	
ostracophil											0	
phytophil											0	
euryphag							46		2		48	
herbivor											0	
benthivor/insectivor	177	3	50	3	234	21		97		4	589	
detrivor											0	
piscivor											0	
lang											0	
mittel					234		46				280	
kurz	177	3	50	3		21		97	2	4	357	
intermediate	177		50		234	21	46				528	
tolerant									2		2	
intolerant		3		3				97		4	107	
kurzlebig		3	50			21		97	2		173	
langlebig					234						234	
mittlere Lebensdauer	177			3			46			4	230	

Abbildung 43: Grundlagen für den Indikator „ökologische Gilden“. Die rot unterlegten Daten werden für die Auswertung „Gildenanzahl“ nicht verwendet, da nicht selbst erhaltende Populationen.

V. Indikator „Substratheterogenität“

Schafftäuli	Linienprobe	1	2	3	Total	Frauenfeld	Linienprobe	1	2	3	Total
	Position	Linkes Ufer U	Linkes Ufer M	Linkes Ufer O				Linkes Ufer O	Linkes Ufer M	Linkes Ufer U	
Grössenklasse						Grössenklasse					
1 - 2		76	58	56	190	1 - 2		52	54	54	160
2 - 3		35	17	26	78	2 - 3		33	19	20	72
3 - 4		15	23	20	58	3 - 4		26	30	25	81
4 - 6		17	31	25	73	4 - 6		31	32	33	96
6 - 8		10	11	12	33	6 - 8		14	7	18	39
8 - 10		5	11	10	26	8 - 10		9	3	7	19
10 - 15		2	7		9	10 - 15		1	3	3	7
15 - 20						15 - 20		1			1
20 - 25						20 - 25					0
25 - 30						25 - 30					0
Durchschnitt		2.99	3.98	3.48	3.48	Durchschnitt		3.686	3.426	3.813	3.647
Stand.abw.		2.200	2.896	2.222	2.491	Stand.abw.		2.486	2.222	2.476	2.401
Var.koeff.		0.735	0.728	0.639	0.716	Var.koeff.		0.675	0.649	0.649	0.658
Güttighausen	Linienprobe	1	2	3	Total	Weinfelden	Linienprobe	1	2	3	Total
	Position	Linkes Ufer U	Linkes Ufer M	Linkes Ufer O			Position	Rechtes Ufer O	Rechtes Ufer M	Rechtes Ufer U	
Grössenklasse						Grössenklasse					
1 - 2		74	57	72	203	1 - 2		61	66	68	195
2 - 3		55	34	25	114	2 - 3		30	30	19	79
3 - 4		21	26	20	67	3 - 4		19	28	16	63
4 - 6		7	27	20	54	4 - 6		17	21	9	47
6 - 8			8	5	13	6 - 8		5	4	6	15
8 - 10			2	2	4	8 - 10		2	2	3	7
10 - 15				1	1	10 - 15		1	0	7	8
15 - 20						15 - 20		0	0	5	5
20 - 25						20 - 25					0
25 - 30						25 - 30					0
Durchschnitt		2.27	3.06	2.8	2.71	Durchschnitt		2.84	2.8	3.72	3.11
Stand.abw.		0.867	1.716	1.844	1.565	Stand.abw.		1.845	1.585	3.908	2.644
Variationskoeffizient		0.381	0.562	0.659	0.579	Var.koeff.		0.65	0.57	1.05	0.85

Tabelle 14: Erhebungen zur Substratheterogenität. „O“=oben, „U“=unten, „M“= Mitte (in Fliessrichtung)

VI. Indikator „Anzahl Besucher“

Standort	Datum	Zeit	TagesT	gefühlteT	Bewölkung	Bemerkungen	Total Besucher	Baden	Picknicken	Sport	Reiten	Spazieren	Anzahl Hunde	übrige Nutzung
Weinfelden	8.8.	9.30-10.30	27	angenehm	7/8	Am Anfang noch alles recht feucht, später dunstig;	1						1	
Weinfelden	8.8.	10.30-11.30	27	angenehm	1/4	windstill, eines der letzten Freienwochenenden, sonst sehr	0							
Weinfelden	8.8.	11.30-12.30	27	warm	0	viele Leute unterwegs, die Badi um die Ecke voll, viele	2			2			2	
Weinfelden	8.8.	12.30-13.30	27	heiss	0	Velofahrer	2					2		
Weinfelden	8.8.	13.30-14.30	27	heiss, schwühl	1/8		1							1
Weinfelden	8.8.	14.30-15.30	27	schwühl	0		0							
Weinfelden	8.8.	15.30-16.30	27	schwühl	1/8		0							
Weinfelden	8.8.	16.30-17.30	27	schwühl	1/4		0							
							6	0	0	2	0	3	3	1
Gütighusen	15.8.	9:15-10:15	24	angenehm	0	letztes Ferienwochenende	15		8	1		6	1	
Gütighusen	15.8.	10:15-11:15	24	angenehm	0		24	1	2	18	1	2	3	
Gütighusen	15.8.	11:15-12:15	24	angenehm	1/4		56		29	27	6	8		
Gütighusen	15.8.	12:15-13:15	24	angenehm	1/4		130	4	67	37		27		
Gütighusen	15.8.	13:15-14:15	24	angenehm	1/4		95	42	28	39		7		3
Gütighusen	15.8.	14:15-15:15	24	angenehm	1/8		90	41		39		9	4	4
Gütighusen	15.8.	15:15-16:15	24	angenehm	0		29	21	2	6				
Gütighusen	15.8.	16:15-17:15	24	angenehm	0		18	12	4	1				1
							457	121	140	168	7	59	8	8
Niederneuforn	5.9.	10:00-11:00	26	heiss	0	fast ganze Woche schon schönes Wetter	18			10		8	1	
Niederneuforn	5.9.	11:00-12:00	26	heiss	0		39			28		11	4	
Niederneuforn	5.9.	12:00-13:00	26	heiss	0		34			25	3	6		
Niederneuforn	5.9.	13:00-14:00	26	heiss	0		37			24	1	12	3	
Niederneuforn	5.9.	14:00-15:00	26	heiss	0		67	5	12	40		15	6	
Niederneuforn	5.9.	15:00-16:00	26	heiss	0		42		15	18	2	7	3	
							237	5	27	145	6	59	17	0
Frauenfeld	24.10.	10:00-10:30		feucht-kalt	1	einer der letzten goldenen Herbsttage, auch als solcher	8	0	0	8	0	0	0	0
Frauenfeld	24.10.	10:30-11:30		feucht-kalt	1	angekündigt; int. Pferderennen in Frauenfeld	28	0	0	9	0	12	7	0
Frauenfeld	24.10.	11:30-12:30		feucht-kalt	1		10	0	0	3	0	5	2	0
Frauenfeld	24.10.	12:30-13:30		angenehm	0		20	0	0	3	1	11	5	0
Frauenfeld	24.10.	13:30-14:30		angenehm	0		87	0	0	32	0	41	14	0
Frauenfeld	24.10.	14:30-15:30		angenehm	0		59	0	0	32	5	19	3	0
Frauenfeld	24.10.	15:30-16:00		angenehm	0		33	0	0	20	0	8	5	0

Tabelle 15: Grundlage für die Auswertung des Indikators "Anzahl Besucher". Für die Auswertung wurden nur die farbig unterlegten Daten verwendet, damit bei allen Tagen in etwa dieselbe Zeitspanne abgedeckt ist.

VII. Indikator „Zugänglichkeit“

Question	Güttighausen	Schäffäuli	Frauenfeld	Weinfelden
Is there at least one path within the project perimeter leading directly to the riverbed?	1	0	0	0
How many paths are leading directly to the riverbed within the project perimeter?	2	0	0	1
Is it possible otherwise to reach the riverbed (without much effort or high impact on the respective vegetation)?	ja	1	1	0
Along how much shore length is it possible to otherwise reach the riverbed within the project perimeter?	14 Zugänge	1	0	0
Is there at least one path that runs continuously along the project perimeter (for example parallel to the riverbed)?	1	1	1	1
Are there paths running parallel to the project perimeter that allow for views onto the water (not necessarily continuous views)? (Are views onto the water possible for more than 30% of the project perimeter?) → point value 1 (Are views onto the water possible for less than 30% of the project perimeter?) → point value 0.5	0.5	1	0	0.5
Is the area of the project perimeter easily accessible from outside the perimeter (for example hampered access through large car or train routes/highways etc.)	1	1	1	1
In case of gravel banks: are there paths allowing for their access?	1	1	0	0
Are there any parking lots nearby? (if "yes" point value 0.5)	0.5	0.5	0	0.5
Are there public means of transportation nearby? (if "yes" point value 0.5)	0	0	0	0
Are the possible ways of accessing the river bed safe for the public (also small children)? (the majority of accesses): point value 1 (only 1 to a few): point value 0.5	1	0.5	0	0
Punktezahl	8	7	3	4

Abbildung 44: Auswertung für den Indikator "Zugänglichkeit"