

# Monitoring Alpenrhein



Teilbereich Gewässerökologie  
Konzept zur Koordination und Durchführung

Internationale Regierungskommission Alpenrhein  
Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

2007



# Monitoring Alpenrhein

Teilbereich Gewässerökologie  
Konzept zur Koordination und Durchführung

Autoren:

Jürgen Eberstaller & Doris Eberstaller-Fleischanderl (Eberstaller ezb, Wien)  
Peter Rey & Andreas Becker (Hydra AG, St. Gallen)

30. April 2007

Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie  
der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA)

Gerhard Hutter, Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit Vorarlberg  
Guido Ackermann, Amt für Jagd und Fischerei St. Gallen  
Marcel Michel, Amt für Jagd und Fischerei Graubünden  
Helmut Kindle, Amt für Umwelt Liechtenstein  
Benno Wagner, Amt der Vorarlberger Landesregierung

Der Alpenrhein zwischen Graubünden und St.Gallen.  
Blick von Landquart in Richtung Norden zum Ellhorn.  
Rheinabschnitt 3 des Monitoringkonzepts



# Inhalt

<b>Zusammenfassung / Abstract</b> .....	2
<b>1 Einleitung und Zielsetzung</b> .....	3
<b>2 Grundsätze für das Monitoring</b> .....	5
2.1 Fachliche Anforderungen .....	5
2.2 Datenverwendung und -verwaltung, Abstimmung .....	6
2.3 Information der Öffentlichkeit .....	7
<b>3 Bisherige Datenlage</b> .....	8
3.1 Hydromorphologie .....	8
3.2 Wasserqualität .....	9
3.3 Aquatische Ökologie .....	10
3.4 Terrestrische Ökologie .....	11
<b>4 Projektgebiet für das Alpenrhein-Monitoring</b> .....	12
4.1 Projektgebiet .....	12
4.2 Untersuchte Gewässerkompartimente .....	14
<b>5 Basis- Monitoring</b> .....	16
5.1 Monitoringabschnitte .....	16
5.2 Fachbereiche / Indikatoren .....	18
5.2.1 Hydromorphologie .....	19
5.2.2 Wasserchemie .....	22
5.2.3 Fischbesiedlung .....	25
5.2.4 Benthosuntersuchungen .....	27
5.2.5 Limikolen .....	31
<b>6 Umsetzungs - Monitoring</b> .....	33
6.1 Massnahmentyp Aufweitungen .....	33
6.2 Massnahmentyp Sanierung Zuflüsse .....	36
6.3 Massnahmentyp Reduktion Schwall .....	36
<b>7 Datenverwaltung und Ergebnisdarstellung</b> .....	38
7.1 Datenaufarbeitung .....	38
7.2 Darstellung der Ergebnisse .....	39
<b>Literatur</b> .....	41
<b>Anhang - Methodische Vorgaben</b> .....	44
A.1 Fischbesiedlung .....	44
A.2 Benthosbesiedlung - Makrozoobenthos .....	49
A.3 Benthosbesiedlung - Algenaufwuchs .....	51
A.4 Äusserer Aspekt – Ortsbefund .....	55
A.5 Besiedlung mit Limikolen und anderen wasserabhängigen Vogelarten .....	59
A.6 Methodikhinweise für Umsetzungs-Monitoring, Massnahmentyp Aufweitungen .....	60
A.7 Methodikhinweise für Umsetzungs-Monitoring, Massnahmentyp Schwalldämpfung .....	63

## Zusammenfassung / Abstract

Mit dem vorliegenden Monitoringkonzept werden die Grundlagen für die Koordination und Durchführung länder- und kantonsübergreifender Untersuchungen über den gewässer- und fischökologischen Zustand des Gewässersystems Alpenrhein und dessen zukünftiger Entwicklung erarbeitet. Das Projektgebiet entspricht dem Betrachtungsraum des Entwicklungskonzepts Alpenrhein (EKA) und umfasst den Alpenrhein (Rheinschlauch) zwischen Reichenau und seiner Mündung in den Bodensee sowie die mündungsnahen Bereiche der größeren Zuflüsse.

Ziel dieses Konzepts ist Ausarbeitung eines Vorschlages zur Optimierung bisheriger Zustandserhebungen und Monitoringnetze durch geeignete grenzüberschreitende Abstimmung und inhaltliche Ergänzung. Grundlage bildet ein Basis-Monitoring, welches eine einheitliche Betrachtung im Projektgebiet ermöglicht und auch den nationalen/kantonalen Erfordernissen der Schweiz, Österreichs und Liechtensteins entspricht. Die Anforderungen der EU-WRRL werden nach Möglichkeit berücksichtigt. Zusätzlich ist aber auch eine Vergleichbarkeit der Daten mit den flussabgelegenen Einzugsgebieten (betreut durch IKSR) zu gewährleisten.

Durch das Basis-Monitoring wird ein möglichst effizientes Umsetzungs-Monitoring mit Schwerpunkt Gewässer- und Fischökologie vorbereitet, mit dem der Erfolg von auf dem Entwicklungskonzept Alpenrhein basierenden Verbesserungsmaßnahmen am Alpenrhein und an den größeren Zuflüssen erfasst werden kann.

Basierend auf der Analyse der vorhandenen Daten werden Mindeststandards des Monitorings hinsichtlich der untersuchten Fachbereiche, der Methodik und des Untersuchungsumfangs vorgeschlagen, die zukünftig länderübergreifend erhoben werden sollen. Dabei sind mit möglichst geringem Mehraufwand alle oben angeführten Aufgaben erfüllt.

Des Weiteren werden Inhalte für eine koordinierte, digitale Datenverwaltung der künftigen Monitoring-Programme definiert, die länder- und kantonsübergreifend allen Fachdienststellen einen möglichst aktuellen Zugriff auf die zusammengeführten und vernetzten Gesamtdaten erlaubt. Die Rohdaten und Datenhoheit verbleiben bei den jeweiligen Ländern und Kantonen.

Durch Umsetzung des Konzepts wird es möglich, dass durch Optimierung und Koordination der Monitoringprogramme mit einer nur geringer Aufwandssteigerung ein deutlich bessere Datengrundlage als heute geschaffen wird. Wesentlich ist, dass durch Abstimmung der Methodik die Ergebnisse der nationalen Monitorings der IRKA-Mitgliedsländer direkt vergleichbar sind, Redundanzen vermieden werden und die Kompatibilität zu den weiter flussab gelegenen Monitoringaktivitäten im Rheineinzugsgebiet gewährleistet ist. Dafür sollten die erforderlichen Ressourcen und organisatorische Maßnahmen vorgesehen werden.

# 1 Einleitung und Zielsetzung

Am Alpenrhein wurde in den letzten Jahren eine intensive länder- und kantonsübergreifende Zusammenarbeit für die nachhaltige Entwicklung des Alpenrheins aufgebaut. Mit der am 22. Dezember 1998 im Rahmen der IRKA verfassten Kooperationsvereinbarung der vier Regierungen der Anrainerländer und – kantone des Alpenrheins wurde eine wichtige Grundlage für grenzüberschreitende Zusammenarbeit in den Bereichen Flussbau, Grundwasser, Energie und Ökologie geschaffen. Die Untersuchungen zum aktuellen gewässerökologischen Zustand des Alpenrheins orientieren sich vorrangig noch auf die gesetzlichen Anforderungen in den einzelnen Ländern und Kantonen und werden nur im Einzelfall koordiniert.

Unmittelbarer Anlass für das vorliegende Konzept „Monitoring Alpenrhein – Teilbereich Gewässerökologie“ ist das 2005 verfasste und von den Ländern und Kantonen des Alpenrhein-Einzugsgebiets angenommene Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA) der IRKA und der IRR [1]. Im EKA wurde der Handlungsbedarf für ein Monitoringprogramm konkret formuliert und als Voraussetzung für die geplanten Entwicklungsmassnahmen genannt.

Die Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) beauftragte daher ezb-Eberstaller Zauner Büros gemeinsam mit der HYDRA AG St. Gallen, ein Konzept für die Koordination und Durchführung länder- und kantonsübergreifender Untersuchungen zu erstellen. Die Bearbeitung erfolgte von Juli bis Dezember 2006 in enger Zusammenarbeit mit der Projektgruppe. Zur Abstimmung mit den Fachdienststellen in den Ländern und Kantonen wurde am 11. Okt. 2006 ein Workshop in Balzers durchgeführt.

Ziel des Projekts ist die Ausarbeitung eines Vorschlags einerseits zur Optimierung und andererseits zur Vermeidung von Doppelgleisigkeiten bei Monitoringaktivitäten im Bearbeitungsgebiet Alpenrhein durch Abstimmung und Ergänzung bestehender nationaler Monitoringnetze. Neben der Vergleichbarkeit in den Kantonen und Ländern im Einzugsgebiet Alpenrhein soll darüber hinaus auch die Datenkompatibilität zu überregional abgestimmten Monitoringserfordernissen gewährleistet werden (zB WRRL-Überblicksüberwachung im Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee, IKSR).

Grundlage soll - mit Schwerpunkt Alpenrhein und große mündungsnahen Zuflüsse - ein Basismonitoring bilden, welches eine einheitliche Betrachtung im Projektgebiet ermöglicht und Basisdaten für Erfolgskontrollen in Zusammenhang mit dem EKA liefert. Mit dem zukünftigen Alpenrhein-Monitoring sollen länder-/kantonsübergreifende Informationen über den gewässerökologischen Zustand und dessen zukünftiger Entwicklung gewonnen werden.

Das Monitoringkonzept soll im Alpenrhein und den mündungsnahen Bereichen der großen Zuflüsse somit möglichst effizient die unten aufgeführten Ziele erreichen:

- Erfassung des aktuellen Zustandes der Fliessgewässerökosysteme am Alpenrhein und den mündungsnahen Bereichen der größeren Zuflüsse unter Einbindung der vorhandenen Daten/Methodik;

- Erfassung der langfristigen Veränderungen des Zustandes im Projektgebiet;
- effiziente Erfassung der gewässer- und fischökologischen Auswirkungen von Massnahmen am Alpenrhein und an den größeren Zuflüssen;
- Weitestgehende Erfüllung aller gesetzlichen Monitoringverpflichtungen;
- Optimierung der Untersuchungen (Umfang/Kosten/Aussagekraft);
- Erfassung aller relevanten Fachbereiche (anhand von Indikatorgruppen);
- Schaffung von vergleichbaren und reproduzierbaren Aussagen (im Einklang mit den Monitoringverpflichtungen) durch einheitliche Methodik, Berichterstattung und Datenformat („kleinster gemeinsamer Nenner“ mit Möglichkeit zur individuellen Vertiefung);
- Zusammenfassende Darstellung der Daten im Projektgebiet.



## 2 Grundsätze für das Monitoring

Für einen möglichst zielorientierten Aufbau werden die Untersuchungen nachfolgend in **Basis-Monitoring** und **Umsetzungs-Monitoring** unterschieden, die auch unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen haben.

Ein Basis-Monitoring mit Schwerpunkt Gewässerökologie soll den aktuellen gewässer- und fischökologischen Zustand und die zukünftige Entwicklung des Alpenrheins dokumentieren (Kap. 5). Dabei sollen alle vorhandenen Untersuchungen einbezogen und die Mindeststandards festgelegt werden, die zukünftig länderübergreifend erhoben werden sollen. Gleichzeitig soll dadurch ein möglichst effizientes Umsetzungs-Monitoring mit Schwerpunkt Gewässerökologie vorbereitet werden, mit dem der Erfolg von auf dem EKA basierenden Verbesserungsmaßnahmen erfasst werden kann (Kap. 6).

Über das Basis- und Umsetzungsmonitoring hinaus kann es notwendig sein, dass für bestimmte Fragestellungen ein eigenes Spezial-Monitoring notwendig ist. Darunter fallen alle weiteren Untersuchungen am Alpenrhein, die Bedeutung für den gesamten Fluss besitzen. Das Monitoring muss dabei nicht über das gesamte Projektgebiet hinweg durchgeführt werden; es kann auf ein aktuelles ökologisches Phänomen ausgerichtet sein (vgl. Neozoen-Monitoring am Hochrhein und am Bodensee) oder mit einem Schutz- resp. Wiederansiedlungsprogramm in Verbindung stehen (vgl. Wanderfischprogramm der IBKF, Aktionsplan St. Galler Alpenrheintal u.a.). Spezial-Monitorings sind nicht Inhalt dieses Konzepts.

Die durch ein geeignetes Monitoring gewonnenen Kenntnisse über den aktuellen gewässerökologischen Zustand und Charakter eines Fließgewässers sind Grundlage für eine erfolgreiche Gewässerschutzarbeit und für die Planung und Umsetzung von Gewässerentwicklungsmassnahmen. Folgende Grundsätze sind für ein effektives Monitoring zu berücksichtigen:

### 2.1 Fachliche Anforderungen

Das Monitoringkonzept soll möglichst effizient die unten aufgeführten Ansprüche erfüllen:

- Geeignete Auswahl repräsentativer Untersuchungsstellen durch bestmögliche Übertragbarkeit der Untersuchungsergebnisse auf den gesamten Fluss.

Die Untersuchungsstellen beim Basis-Monitoring werden so festgelegt, dass ihre Beurteilungen typische Rheinabschnitte repräsentieren. Die Untersuchungsstellen beim Umsetzungs-Monitoring werden so gewählt, dass sie eine optimale Erfolgskontrolle zulassen und dabei bestehende Untersuchungsstellen des Basis-Monitorings sowie bestehende Länder-/Kantonsstellen nutzen.

- Geeignete Auswahl von Fachbereichen und Indikatoren zur Charakterisierung des jeweils aktuellen gewässerökologischen Zustands des Alpenrheins.

Der Untersuchungsaufwand im Rahmen von Basis-Monitoring und Umsetzungs-

Monitoring beschränkt sich auf die Untersuchung geeigneter biotischer und abiotischer Indikatoren (Zeiger). Diese müssen so gewählt sein, dass ihr Zustand, ihr Vorhandensein oder Fehlen Rückschlüsse auf den Zustand des Gewässers zulassen. Die bisherigen Untersuchungsinhalte sollen auf ihre Aussagekraft hin überprüft werden. Gegebenenfalls sollen andere Indikatoren verwendet werden.

- Regelmässige Wiederholung der Monitoringinhalte in geeigneten Intervallen zur Erfassung der langfristigen Veränderungen und Entwicklungen des Gewässers.
- Heranziehen geeigneter Referenzen gegenüber dem Ist-Zustand zur Lokalisierung und Beurteilung der Auswirkungen menschlicher Einflüsse.
- Systematische Analyse der Defizite für die Ermittlung des Handlungsbedarfs für Sanierungs-/Verbesserungsmassnahmen.
- Auf Massnahmen abgestimmte Untersuchungsinhalte und Erfolgskontrolle.
- Als Bezugsmasstab für die Beurteilung wird die Abweichung vom gewässertypischen Zustand herangezogen. Dies entspricht dem natürlichen bzw. naturnahen historischen Referenzzustand.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sich in Österreich und Liechtenstein bei den als „erheblich verändert“ ausgewiesenen Gewässerabschnitten entsprechend der WRRL der Bezugsmasstab ändern kann (maximales ökologisches Potenzial). Fachbereiche, die sich für ein Basis-Monitoring eignen, müssen gute Indikatoren für die gewässertypische Charakteristik des „ursprünglichen“ Alpenrheins sein, gleichzeitig aber auch dem heutigen Charakter des Alpenrheins Rechnung tragen. Vor allem im Zusammenhang mit konkreten Entwicklungsmassnahmen (Umsetzungs-Monitoring) gewählte Fachbereiche müssen auch jene gewässertypischen Lebensräume erfassen können, die heute verschwunden sind, sich bei Erfolg der Massnahme aber möglicherweise wieder entwickeln könnten (z.B. Auengewässer mit spezifischer Fauna und Flora).

## 2.2 Datenverwendung und -verwaltung, Abstimmung

Das Alpenrheinmonitoring soll nicht nur neue Informationsinhalte liefern, es soll in erster Linie bereits bestehende Kenntnisse recherchieren, nutzen und für die involvierten Fachstellen der Länder- und Kantone zugänglich machen. Die derzeitige Untersuchungspraxis soll dadurch optimiert und überdies ökonomischer werden. Werden dadurch Kosten eingespart, so können diese möglicherweise für zusätzliche Abklärungen eingesetzt werden.

Um die Untersuchungspraxis zu optimieren, muss das Monitoring folgende Anforderungen erfüllen:

- Alle gewässerschutzrelevanten Informationen sollen für alle zuständigen Fachstellen der Länder und Kantone möglichst rasch zugänglich sein (zentrale Datenverwaltung und -verteilung). Dafür sind alle im Rahmen des Monitorings gewonnenen Daten in kompatiblen Datenformaten (Datenbanken/GIS) zu verwalten, die

grenzüberschreitend von allen zuständigen Stellen verwendet (gelesen) werden können. Zusätzlich sollten, soweit möglich, die Daten anderer Untersuchungen und die bisherigen gewässerökologischen Informationen und Beurteilungen zusammengestellt werden und in diese Datenbanken/GIS einfließen.

- Durch Abstimmung mit anderen Monitoringaktivitäten, wie beispielsweise im Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee sind allfällige Programmüberschneidungen und gegenseitige Ergänzungsmöglichkeiten vorgängig abzuklären (z.B. Nutzung der bisherigen Strukturgüteerfassungen sowie der Erfassungen der biologischen Gewässergüte (Saprobie, Trophie).
- Die im Rahmen des Basis-Monitorings inhaltlich und zeitlich abgestimmten, untersuchten Fachbereiche und Indikatoren müssen nicht noch einmal im Rahmen der Länder- und Kantonsprogramme untersucht werden und umgekehrt.
- Die Untersuchungsstellen werden so gewählt, dass sie sowohl die Ansprüche der Länder- und Kantonsprogramme als auch die des Basis-Monitorings erfüllen.
- Für die Beurteilung des gewässerökologischen Zustands des Rheins nicht zwingend erforderliche Untersuchungsstellen sollen künftig ausgelassen werden.

## 2.3 Information der Öffentlichkeit

Die Information der Öffentlichkeit über den Gewässerzustand des Alpenrheins soll im Rahmen des Monitoringprogramms weiter verbessert werden. In den Ländern, die jetzt und künftig die Inhalte der EU-Wasserrahmenrichtlinie übernehmen (Österreich und Liechtenstein), ist eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit gefordert. In der Schweiz besteht lediglich Auskunftspflicht, wobei aktive und umfassende Information der Öffentlichkeit ebenfalls gute Gewässerschutzpraxis ist.

### 3 Bisherige Datenlage

Vor Erstellung des Konzepts wurden die bisher vorhandenen und zugänglichen Informationen aus den Gewässerschutzfachstellen der Länder und Kantone abgefragt. Zur besseren Übersicht wurden auch die Daten aus den Zuflüssen berücksichtigt, obgleich das Projektgebiet nur den Alpenrhein und die mündungsnahen Bereiche der Zuflüsse umfasst.

Die Tabellen 3.1 bis 3.3 geben einen Überblick über die bisher jeweils untersuchten Fachbereiche und Indikatoren, aber auch über die Datenqualität.

#### 3.1 Hydromorphologie

**Tab. 3.1:** Bisherige Datenlage/Basis für das Alpenrhein-Monitoring – Fachbereich Hydromorphologie. AR = Geltungsbereich Alpenrhein; ZU = Geltungsbereich Zuflüsse des Alpenrheins.

Fachbereich		Hydromorphologie											
		Hydrologie				Morphologie				Durchgängigkeit			
Raumbezug Einzugsgebiet / Alpenrhein		Raumbezug	Aktualität/Intervall	Verfügbarkeit	Datenqualität	Raumbezug	Aktualität/Intervall	Verfügbarkeit	Datenqualität	Raumbezug	Aktualität/Intervall	Verfügbarkeit	Datenqualität
Graubünden	AR	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	ZU	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
St. Gallen	AR	1	1	1	1	1	3	2	2	1	2	1	1
	ZU	1	1	1	1	2	2	nicht zentral uneinheitlich		2	2	nicht zentral uneinheitlich	
Liechtenstein	AR	1	1	1	1	1	3	2	2	1	2	1	1
	ZU	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Vorarlberg	AR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ZU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Raumbezug	Aktualität/Intervall	Datenverfügbarkeit	Datenqualität
flächig	1 aktuell/periodisch	1 GIS/Datenbank	1 aktuelle Methodik, alle Parameter
regional	2 aktuell/einmalig	2 digital (MS Excel)	2 aktuelle Methodik, wesentliche Param.
lokal	3 älter/periodisch	3 analog	3 einzelne Parameter
keine Daten	4 keine Daten	4 keine Daten	4 keine Daten

*Vorhandene Daten*

Die Datengrundlage im Fachbereich Hydromorphologie kann für einen Grossteil des Alpenrheingebietes als aktuell und von der Datenqualität her als gut beurteilt werden.

*Fehlende Daten*

Ausnahme bildet derzeit noch der Kanton St. Gallen, dessen über 10 Jahre alten Erhebungen zur Ökomorphologie und Durchgängigkeit noch uneinheitlich sind und nicht flächendeckend durchgeführt wurden. Auch für den ökomorphologischen Zustand des Alpenrheins im Liechtensteiner Abschnitt fehlen aktuelle Daten. Eine einheitliche flächendeckende Erfassung der Gewässerskompartimente des gesamten Alpenrhein stammt aus dem Jahr 1995 und ist daher nicht mehr aktuell bzw. ausreichend digital verfügbar.

### 3.2 Wasserqualität

Fachbereich	Wasserqualität				
		chem.-phys. Param.			
	Raumbezug Einzugsgebiet / Alpenrhein	Raumbezug	Aktualität/Intervall	Verfügbarkeit	Datenqualität
Graubünden	AR	3	2	3	3
	ZU	4	4	4	4
St. Gallen	AR	1	1	1	1
	ZU	2	1	1	1
Liechtenstein	AR	4*	4*	4*	4*
	ZU	1	1	2	1
Vorarlberg	AR	1	1	1	1
	ZU	1	1	1	1

**Tab. 3.2:** Bisherige Datenlage/Basis für das Alpenrhein-Monitoring – Fachbereich **Wasserqualität**.

AR = Geltungsbereich Alpenrhein;  
 ZU = Geltungsbereich Zuflüsse des Alpenrheins.

\* Da in Liechtenstein bis auf den LBK keine Gewässer mehr direkt in den Rhein münden, wird der Alpenrhein selbst in Liechtenstein nicht erfasst.

Raumbezug		Aktualität/Intervall		Datenverfügbarkeit		Datenqualität
Flächig	1	aktuell/periodisch	1	GIS/Datenbank	1	aktuelle Methodik, alle Parameter
regional	2	aktuell/einmalig	2	digital (MS Excel)	2	aktuelle Methodik, wesentliche Param.
lokal	3	älter/periodisch	3	analog	3	einzelne Parameter
keine Daten	4	keine Daten	4	keine Daten	4	keine Daten

### Vorhandene Daten

Daten zu den chemischen Standardparametern werden im Alpenrhein bereits weitestgehend koordiniert erhoben. Die Messtellen sind jedoch sehr ungleich verteilt. Am unteren Alpenrhein existiert ein Netz an Messtellen.

### Fehlende Daten

Flussauf der Ill wird derzeit keine Messtelle am Alpenrhein kontinuierlich betrieben.

## 3.3 Aquatische Ökologie

**Tab. 3.3:** Bisherige Datenlage/Basis für das Alpenrhein-Monitoring – Fachbereich aquatische Ökologie. AR = Geltungsbereich Alpenrhein; ZU = Geltungsbereich Zuflüsse des Alpenrheins.

Fachbereich		Aquatische Ökologie											
		Algenaufwuchs Trophie				Zoobenthos Saprobie				Fische			
	Raumbezug Einzugs- gebiet / Alpenrhein	Raumbezug	Aktualität/Intervall	Verfügbarkeit	Datenqualität	Raumbezug	Intervall/Aktualität	Verfügbarkeit	Datenqualität	Raumbezug	Aktualität/Intervall	Verfügbarkeit	Datenqualität
	Graubünden	AR	2	1	1	1	1	2	3	3	1	2	2
ZU		2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
St. Gallen	AR	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1
	ZU	2	1	1	2	2	1	1	1	3	2	2	2
Liechtenstein	AR	3	3	2	3	3	3	2	3	1	2	2	1
	ZU	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
Vorarlberg	AR	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
	ZU	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2

Raumbezug		Aktualität/Intervall		Datenverfügbarkeit		Datenqualität	
flächig	1	aktuell/periodisch	1	GIS/Datenbank	1	aktuelle Methodik, alle Parameter	1
regional	2	aktuell/einmalig	2	digital (MS Excel)	2	aktuelle Methodik, wesentliche Param.	2
lokal	3	älter/periodisch	3	analog	3	einzelne Parameter	3
keine Daten	4	keine Daten	4	keine Daten	4	keine Daten	4

### *Vorhandene Daten*

Hinsichtlich des Algenaufwuchses und des Makrozoobenthos (MZB) existieren wiederum am unteren Alpenrhein und den dortigen Zuflüssen (V, SG, FL) zumindest regional gute, periodisch erhobene Daten. Am oberen Alpenrhein konzentrieren sich die Untersuchungen auf den Algenaufwuchs. Makrozoobenthos wird nur in Rahmen von speziellen Untersuchungen erfasst (z.B. Schwall-Trübe-Untersuchung Alpenrhein, Besiedlung der Landquart u.a.).

Eine flächige Befischung des Alpenrheins wurde letztmalig 2004/2005 durchgeführt. Für viele der grösseren Zuflüsse existieren zumindest regional Daten, die jedoch im Regelfall nicht periodisch untersucht werden.

### *Fehlende Daten*

Regelmässige Untersuchungen des MZB fehlen im Oberlauf des Alpenrheins und mehreren dortigen Zuflüssen. Hinsichtlich der Fische fehlen regelmässige Befischungen in den meisten Zuflüssen.

## **3.4 Terrestrische Ökologie**

### *Vorhandene Daten*

Daten zur Vegetation liegen im Projektgebiet vergleichsweise flächig und periodisch untersucht vor. Die Rheindämme werden praktisch durchgehend an allen Abschnitten des Alpenrheins mit Dämmen regelmässig untersucht. Darüber hinaus werden auch die wenigen Auen bzw- gewässerbeeinflussten Standorte im Projektgebiet regelmässig erfasst (vor allem Mastrilser Auen, Mündungsbereich Binnenkanal FL, Ill-Mündung, Rheindelta).

Daten zu Amphibien liegen entsprechend der Datenrecherche entlang des Alpenrheins (für die für Amphibien relevanten Standorte) ebenfalls vergleichsweise zahlreich, mit periodischen Aufnahmen vor.

Ornithologische Daten liegen für Vorarlberg nur lokal, dort aber in guter Qualität vor. In SG und GR erfolgen Aufnahmen durch die Vogelwarte Sempach. In Liechtenstein lokal im Zuge des Monitoring der Binnenkanalmündung.

### *Fehlende Daten*

Flächige, aufeinander abgestimmte Erhebungen über den gesamten Alpenrhein fehlen für alle Fachbereiche. Datendefizite bestehen vor allem im Bereich Ornithologie. Amphibien besitzen für den gesamten Alpenrhein betrachtet derzeit aufgrund der Regulierungsbedingten Defizite nur geringe Bedeutung.

## 4 Projektgebiet Alpenrhein-Monitoring

### 4.1 Projektgebiet

Das Projektgebiet ist im Wesentlichen durch den Betrachtungsraum und die Massnahmenvorschläge des Entwicklungskonzepts Alpenrhein (EKA) vorgegeben, das in diesem Zusammenhang als übergeordnetes Gewässerentwicklungsprogramm angesehen werden kann.

Projektgebiet für das Alpenrhein-Monitoring ist daher der Alpenrhein (Rheinschlauch) zwischen Reichenau (GR) und seiner Mündung in den Bodensee (Rheinvorstreckung) Hinzu kommen die mündungsnahen Bereiche der grösseren, direkten Zuflüsse. Als repräsentativ ausgewählt werden: Vorder- und Hinterrhein, Plessur, Landquart, Saarkanal, Liechtensteiner Binnenkanal (LBK), Werdenberger Binnenkanal (WBK) und Ill (Abb. 4.1).

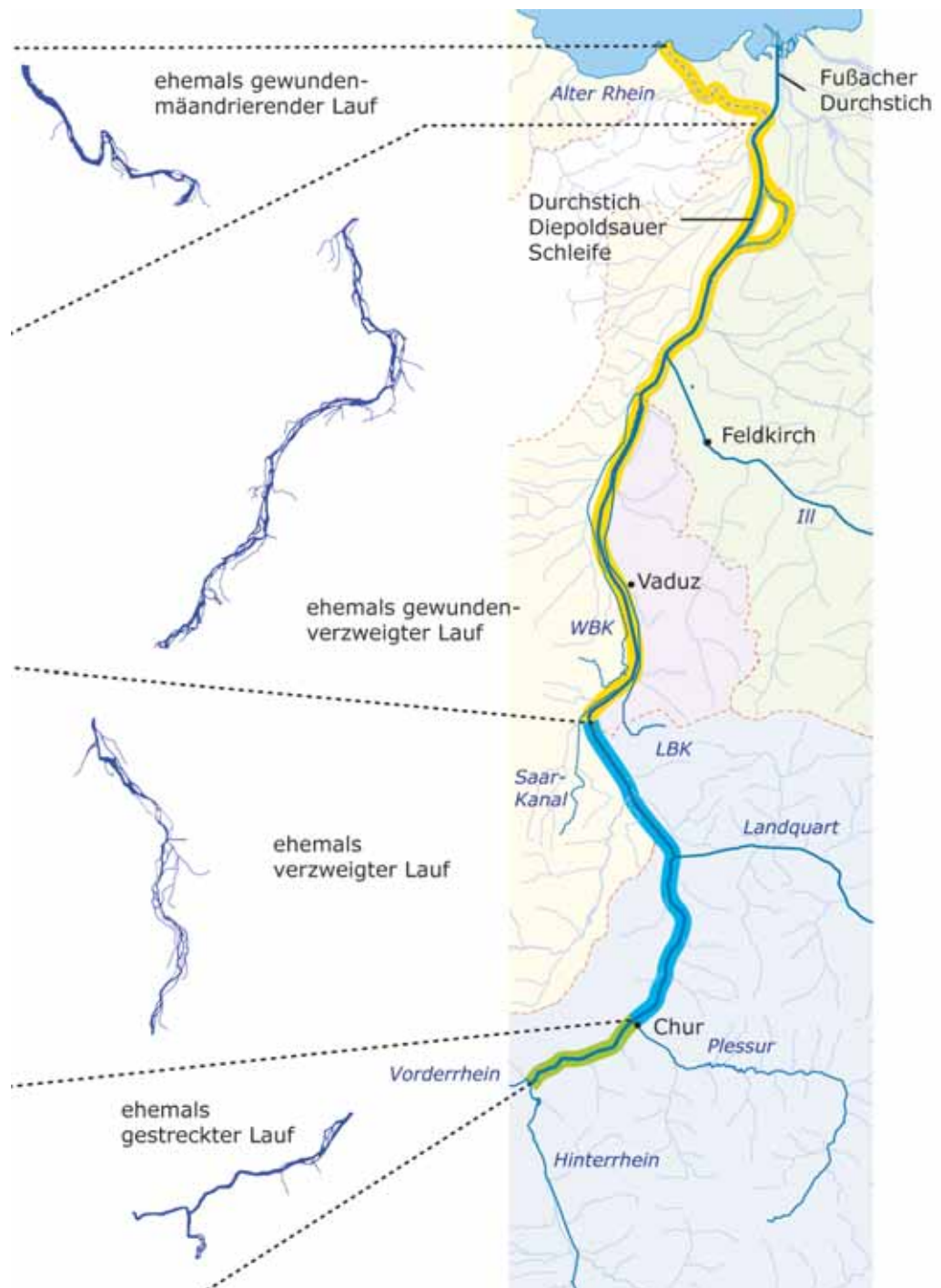
Ausgehend von der historischen Referenz wurde der Alpenrheinlauf in vier ursprünglich voneinander unterscheidbare Abschnitte (Abschnittstypen) eingeteilt (Abb. 4.1). Diese Abschnitte decken sich sowohl mit den Planungshinweisen des EKA als auch mit der geltenden Unterscheidung von Wasserkörpern nach EU-Wasserrahmenrichtlinie. Für die weiterführende Einteilung nach Monitoringabschnitten (Kap. 5.1) wurden darüber hinaus anthropogen überprägte Charakteristika mit berücksichtigt.

Wird künftig auch eine Ausweitung des Monitorings auf das Einzugsgebiet ins Auge gefasst, sollten darin alle wichtigen Gewässertypen repräsentiert sein; dabei soll das jeweils auf Länder- bzw. Kantonebene bestehende Probestellennetz für Standardmessungen Chemie und biologische Gewässergüte verwendet werden.

Es wird empfohlen, sich bei künftigen Abklärungen im Einzugsgebiet bereits an den in diesem Konzept vorgeschlagenen Indikatoren, methodischen Ansätzen und Untersuchungsintervallen zu orientieren. Für neu geplante Untersuchungsprogramme im Einzugsgebiet erscheint eine Koordination der Fragen und Inhalte und späteren Datenzugänglichkeit für alle Fachstellen sinnvoll.

Bereits bestehende ökologische Kenntnisse über bestimmte Gewässertypen/-abschnitte sollten – soweit dies möglich ist – auf vergleichbare Gewässertypen/-abschnitte übertragen werden, bevor neue Untersuchungen geplant sind.





**Abb. 4.1:** Auf Basis der historischen Referenz (hier: DUF0UR-Karte von 1863) unterscheidbare vier Abschnittstypen des Alpenrheins zwischen Reichenau und dem Bodensee [1a].

## 4.2 Untersuchte Gewässerkompartimente

Im Rahmen des Alpenrhein-Monitoring sind die für die heutigen gewässerökologischen Verhältnisse relevanten Gewässerkompartimente zu untersuchen. Hierzu zählen:

- Das Gerinne (Flussbett) in seiner tagesperiodischen Benetzung (Mittelwasserbett).
- Die unmittelbar angrenzenden ufernahen Landflächen, die dem Überflutungsgebiet bei kleineren und mittleren Hochwässern entsprechen.

In der Praxis bedeutet dies, dass die gewässerökologischen Untersuchungen weitestgehend innerhalb des aktuellen Trapez-/Doppeltrapezprofils des Alpenrheins durchgeführt werden. Am Alpenrhein und den mündungsnahen Bereichen der Zuflüsse sind Augewässer und Auenbereiche im Projektgebiet nur lokal vorhanden: vor allem Masttrilser Auen bzw. lokale Aufweitungen am Bündner Rhein, am heute nicht mehr direkt mit dem System verbundenen Alten Rhein sowie abschnittsweise am Vorder- und Hinterrhein. Im Rahmen kürzlich abgeschlossener Renaturierungsprojekte kommt noch der Mündungsbereich des Liechtensteiner Binnenkanals (Abb. 4.2) sowie der Mündungsarm bei der Illmündung hinzu.



**Abb. 4.2:** Im Rahmen des Basis-Monitorings berücksichtigte Gewässerkompartimente am Alpenrhein und im mündungsnahen Bereich der Zuflüsse. Linkes Bild: Alpenrhein unterhalb Illmündung; rechtes Bild: neue Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals.

Wasserabhängige Landökosysteme werden gegebenenfalls nur im Rahmen eines Spezial- oder eines Umsetzungs-Monitorings untersucht, im letzteren Fall, wenn sie durch entsprechende Massnahmen beeinflusst werden. Dies ist der Fall, wenn

- durch eine geplante Massnahme die Gestalt des Alpenrheins grundlegend verändert wird, so dass neue wasserabhängige Landökosysteme (Auen) zurückgewonnen werden (Abb. 4.3);

- durch eine Massnahme der Grundwasserspiegel so beeinflusst wird, dass sich wasserunabhängige zu wasserabhängigen Landökosystemen wandeln und umgekehrt.



**Abb. 4.3:** Studie (Visualisierung) der im EKA geplanten Aufweitung des Alpenrheins an der Eschener Au (Liechtenstein). Linkes Bild: heutiger Zustand; rechtes Bild: prospektiver Zustand (Fotomontage: HYDRA 2003). Bei Umsetzung solcher Massnahmen werden zuvor nicht vorhandene Gewässer und wasserabhängige Landflächen in die Untersuchungen eines Umsetzungs-Monitorings mit einbezogen.

## 5 Basis- Monitoring

Im Rahmen des Basis-Monitorings am Alpenrhein werden periodisch die grundsätzlichen Charakteristika untersucht, um Veränderungen des Gewässerzustandes zu erfassen.

Schwerpunkte der Untersuchungen sind:

- aussagekräftige abiotische Fachbereiche der Gewässerökologie wie Wasserqualität und Hydromorphologie;
- wichtige biotische Aspekte der Gewässerökologie für die vorhandenen/fehlenden Lebensräume der repräsentativen Tier- und Pflanzenwelt.

Die Inhalte des Basis-Monitorings, die Auswahl der Untersuchungsstellen und die Häufigkeit der Untersuchungen (Untersuchungsintervalle) sind so gewählt, dass für die Gewässerschutzarbeit und für allfällige Massnahmen stets ein als aktuell anzusehender Gewässerzustand zu Grunde gelegt werden kann.

Gleichzeitig soll das Basis-Monitoring auch die Grundlage für ein möglichst effizientes (inhaltlich vollständiges aber dennoch wenig aufwändiges) Umsetzungs-Monitoring liefern.

### 5.1 Monitoringabschnitte

Ausgehend von den natürlicherweise unterscheidbaren Alpenrheinabschnitten und der zwischenzeitlich erfolgten anthropogenen Überprägung können sieben charakterlich abzugrenzende Monitoringabschnitte unterschieden werden (RHE 1 bis RHE 7, Abb. 5.1).

#### **Gegenüber liegende Seite:**

**Abb. 5.1:** Für das Basis-Monitoring zu berücksichtigende, durch natürliche und anthropogen bedingte Ursachen unterscheidbare Abschnitte des Alpenrheins (RHE1 bis RHE 7).

RHE 1: gestreckter Oberlauf mit Stauwehr KW Reichenau und Restwassertrecke

RHE 2: Abschnitt mit lokalen Verzweigungen (inkl. dem naturnahen Abschnitt der Mastrilser Auen)

RHE 3: Abschnitt mit Schräg-Kiesbänken flussauf der Rampe Ellhorn

RHE 4: Abschnitt mit alternierenden Kiesbänken zwischen den Rampen Buchs und Ellhorn

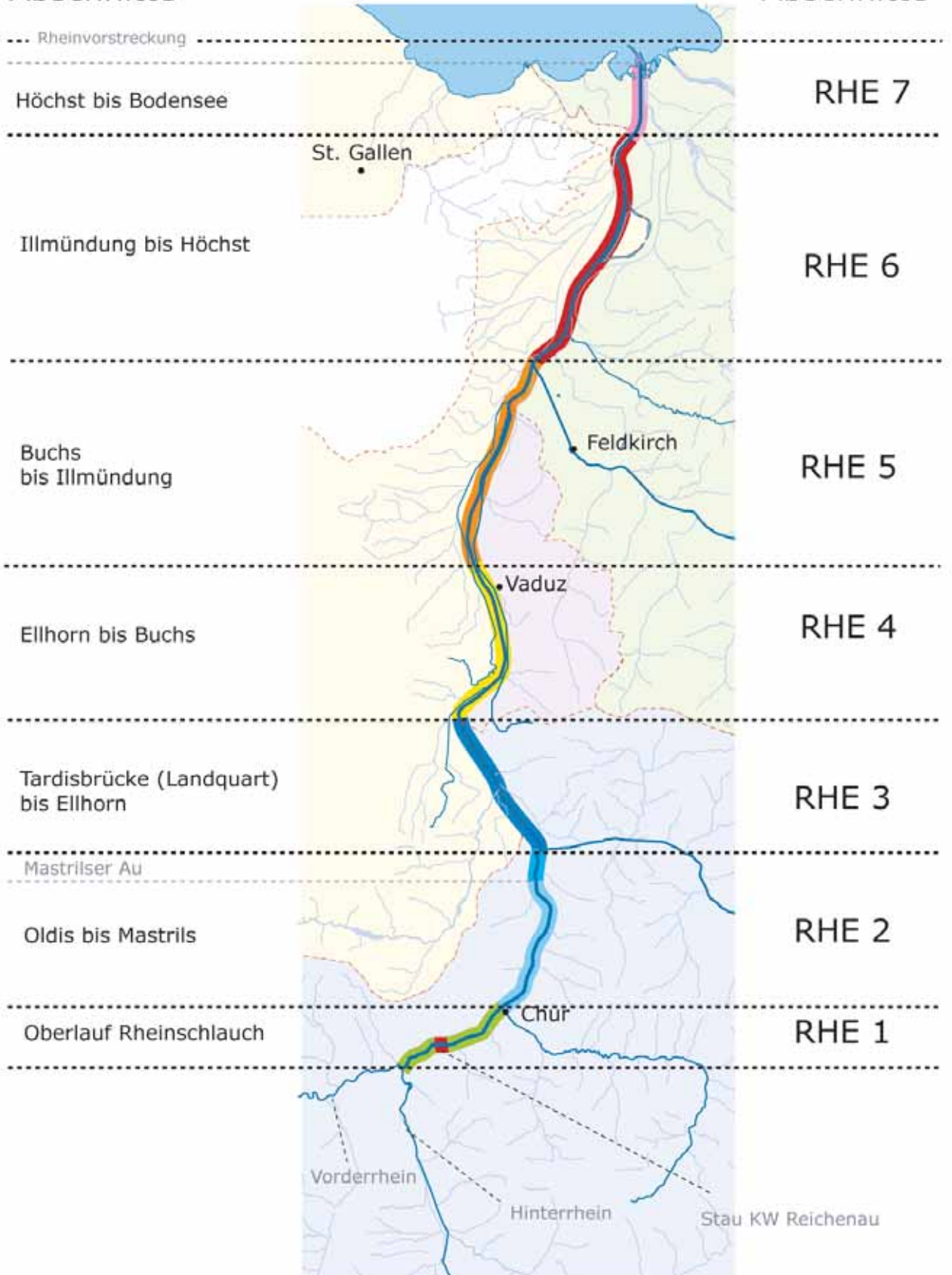
RHE 5: Abschnitt mit alternierenden Kiesbänken flussab der Rampe Buchs bis zur III

RHE 6: Doppeltrapezstrecke ohne Kiesbänke

RHE 7: Mündungsabschnitt inkl. Vorstreckung

Anthropogen überprägte charakteristische Abschnitte

Monitoring - Abschnitte



## 5.2 Fachbereiche / Indikatoren

Von den gewässerökologisch relevanten Kenngrössen eines Gewässersystems werden für das Basis-Monitoring diejenigen ausgewählt, mit deren Hilfe man den Zustand und das Funktionieren des Systems Alpenrhein am besten beurteilen kann (Tab. 5.1).

Grundlage für diese Auswahl bilden die Kenntnisse aus den bisherigen Untersuchungen im Einzugsgebiet des Alpenrheins und im Alpenrhein selbst sowie die im Rahmen bisheriger Rheinprogramme der IKSR gewonnenen Erfahrungen. Im Gegensatz zu den Untersuchungsstellen und Untersuchungsintervallen sind die Fachbereiche bzw. Indikatoren auch für das Umsetzungs-Monitoring geeignet.

Folgende Fachbereiche wurden als Indikatoren zur Dokumentation des ökologischen Zustands des Alpenrheins und seines Gewässersystems ausgewählt.

**Tab. 5.1:** Ausgewählte Fachbereiche bzw. Indikatoren für Basis-Monitoring und Umsetzungs-Monitoring am Alpenrhein und den mündungsnahen Bereichen der grösseren Zuflüsse.

### Basismonitoring

gewählte Fachbereiche bzw. Indikatoren	bereits laufendes Monitoring (größtenteils bei anderen Fachstellen)
• (Hydro)morphologie/Durchgängigkeit	• Wasserchemie/Schadstoffe/Trübe
• Makrozoobenthos (inkl. Algenaufwuchs)	• Hydrologie (zusätzl. Schwall, Restwasser)
• Fische	• Grundwasser
• Vögel (Limikolen)	• Vermessung/Sohlaufnahmen/Geschiebe
• Vögel (ausser Limikolen)	← nach Bedarf zusätzlich für Umsetzungsmonitoring
• Amphibien	
• Vegetation	
• Weitere spezielle Fragestellungen	

Von den im Basis-Monitoring aufgeführten Aufgaben wurde bereits ein grösserer Teil im Rahmen abgeschlossener und laufender Programme erledigt. Das Monitoring einiger weiterer, für die gewässerökologische Charakterisierung des Alpenrheins relevanten Fachbereiche läuft bereits bei anderen Fachdienststellen, so dass in diesen Bereichen keine neuen Abklärungen mehr erfolgen müssen, sondern bestehende Informationen nur noch recherchiert und koordiniert erfasst werden sollten. Hierzu gehören z.B. die von den Fachstellen der Wasserwirtschaft und des Flussbaus erhobenen hydrologischen Daten (Abflussmessungen und Verläufe, Grundwasserdaten) und Daten zum Feststoffhaushalt (Geschiebedynamik, z.T. Trübemessungen).

Einige dieser Daten sollten für eine gewässerökologische Beurteilung allerdings in modifizierter Form zugänglich sein. So wäre es z.B. wichtig, die präzisen Verläufe relevanter abiotischer Parameter (z.B. Schwall-Sunk-Amplituden, Temperaturgänge etc.) zu kennen, um daraus resultierende abiotische (z.B. Kolmation, Sauerstoff-Zehrung) und biotische Effekte (z.B. Vorhandensein oder Fehlen von Bioindikatoren) richtig einordnen zu können.

Im Folgenden werden die für das Basis-Monitoring vorgesehenen Fachbereiche und Indikatoren vorgestellt und erläutert, an welchen Probestellen, mit welcher Methodik und in welchen Intervallen künftige Untersuchungen stattfinden sollten. Die vorgeschlagenen Monitoringinhalte erfüllen dabei die derzeit geltenden Anforderungen und Empfehlungen der jeweiligen Länder und Kantone auf der Basis:

- bestehender Rechtsgrundlagen (CH, A, FL)
- der Vorgaben aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie (A, FL)
- der Empfehlungen aus dem Modul-Stufen-Konzept des BAFU (CH)

### 5.2.1 Hydromorphologie

#### ***Hydrologie und Feststoffhaushalt***

Der Fachbereich Hydrologie im Basis-Monitoring beurteilt die Naturnähe der Abfluss und Grundwasserverhältnisse. Durch die umfassenden Hochwasserschutzmassnahmen sowie durch die Nutzung der Wasserkraft wurde das Abflussverhalten im System des Alpenrheins im letzten Jahrhundert stark durch den Menschen verändert. Dabei wurden nicht nur das Abflussregime sondern mancherorts auch der Grundwasserspiegel beeinflusst. Überdies verändern diese Eingriffe auch den Geschiebehaushalt und die Morphologie der Gewässer in entscheidendem Masse und können auch die Wassertemperaturen beeinflussen [8].

Informationen zum Feststoffhaushalt (Geschiebe, Vermessung der Flussprofile und Flusssohlenentwicklung, Trübephänomene) werden entweder von den zuständigen Landes-/Kantonsdienststellen, der Internationalen Rheinregulierung (IRR) oder im Rahmen spezieller Untersuchungen erhoben. Darüber hinaus gehende Informationen sind für das Alpenrhein-Monitoring nicht vorgesehen und notwendig. Eine überblicksweise, optische Erfassung der Kolmation könnte ohne Mehraufwand im Rahmen der ökomorphologischen Kartierungen erfolgen.

#### ***Untersuchungsstellen***

Für die hydrologischen Messgrößen (Abflussmessungen) sind die vorhandenen hydrometrischen Messstellen im Projektgebiet mit den dort erhobenen Daten ausreichend und können übernommen werden. Für gewässerökologische Fragestellungen sind vor allem die Abflussdaten aus den in Abbildung 5.2 dargestellten Bereichen relevant. Auch die bisherigen Grundwasser-Messstellen können unverändert übernommen werden. Aufgrund der grossen Zahl der Grundwasser-Messstellen sind sie in nachfolgender Abb. 5.2 jedoch nicht dargestellt.

Für die künftigen Abklärungen wäre eine zusätzliche Detaillierung bzw. -auswertung ökologisch relevanter Aspekte bzw. deren Veränderung wünschenswert, wie z.B.

- Charakteristika des Schwall-Sunk-Geschehens (Auswertung der aktuellen Schwall-Sunk-Abflüsse zu charakteristischen Jahreszeiten bzw. Abflüssen, der Amplituden, An- und Abstiegsgeschwindigkeit) und deren Entwicklung.
- Restwasser: Lage Restwasserstrecken, Erfassung der Restwassermengen.
- Grundwasser: Zusammenstellen der bisherigen Erhebungen, möglichst genaue Informationen über Grundwasserleiter und Flurabstände.



**H**  
Relevante Pegelstellen,  
bereits bestehend

**Abb. 5.2:** H = Lage relevanter Pegel-Messtellen am Alpenrhein und im Bereich der grösseren Zuflussmündungen; das Messstellennetz bleibt für das Basis-Monitoring unverändert. Neue Daten müssen für das gewässerökologische Monitoring grundsätzlich nicht erfasst werden.

RHE = Alpenrhein

ILL = Ill

LBK = Liechtensteiner Binnenkanal

WBK = Werdenberger Binnenkanal

LAQ = Landquart

PLE = Plessur

VRH = Vorderrhein

HRH = Hinterrhein



Im Laufe des Jahres 2007 wird das instationäre, kalibrierte GW-Modell für das Alpenrheintal zur Verfügung stehen. Die gewünschten Modellierungsaufgaben könnten damit bearbeitet werden.

### *Untersuchungsintervalle*

Bei den hydrologischen Messungen handelt es sich um eine kontinuierliche Datenerfassung. Für die künftigen gewässerökologischen Abklärungen wird die Aufschlüsselung und Speicherung zusätzlicher Details ökologisch relevanter Aspekte bzw. deren Veränderung als erforderlich erachtet (siehe oben).

### **Ökomorphologie, Strukturgüte und Durchgängigkeit**

Damit ein Gewässer seine Funktion als Lebensraum erfüllen kann, müssen die gewässertypischen Lebensraumtypen vorhanden sein und als solche funktionieren. Untersucht man die Ökomorphologie eines Gewässers, so bedeutet dies, dass man die für die Lebensräume relevante strukturelle Ausprägung und Vernetzung von Gerinne und Uferbereich erfasst und beurteilt.

Für die Angaben zur Ökomorphologie bzw. Gewässer-Strukturgüte kann auf folgende relevanten Erhebungen für das Projektgebiet zurückgegriffen werden:

- die Gesamterhebung im Rahmen des gewässer- und fischökologischen Konzepts 1995; die Adaptierung/Aktualisierung dieser Daten für das EKA
- die Gewässer-Strukturgüte-Erhebungen des Landes Vorarlberg (Umweltinstitut) im Rheintal (Stand 1999)
- die im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts von Graubünden durchgeführten ökomorphologischen Untersuchungen Stufe F.

Bis auf die Informationen aus Liechtenstein und den Kanton St. Gallen sind derzeit alle Angaben über den Alpenrhein als aktuell zu beurteilen.

Da die Erhebungen auf Basis unterschiedlicher Richtlinien erfolgt sind, sind die jeweiligen Beurteilungen der Ökomorphologie des Gewässers nicht direkt vergleichbar, die Lokalisierung und die Abschätzung des Ausmasses struktureller Defizite ist jedoch gut möglich. Eine genauere Charakterisierung kann im Rahmen eines Umsetzungs-Monitorings (Kap. 6) durchgeführt werden.

Es wird empfohlen, im Rahmen künftiger Monitoringkampagnen eine Erhebungspraxis zu erarbeiten, die eine direkt vergleichbare Beurteilung zulässt. Hierfür sollten für das Projektgebiet flächendeckend die Gewässer-Lebensraumtypen derart erhoben werden, dass eine Habitatbilanzierung (Habitatflächenanalyse) – zumindest als Basis für die fischökologischen Untersuchungen – möglich ist (vgl. auch Umsetzungs-Monitoring).

Informationen über die biologische Durchgängigkeit des Alpenrheins und seines Einzugsgebietes liegen – z.T. noch verteilt auf verschiedenen Fachstellen – flächendeckend vor. Sie müssen für das Basis-Monitoring zusammengestellt und sollten künftig kontinuierlich aktualisiert werden, um auf eine separate Abklärung verzichten zu können.

### *Untersuchungsabschnitte und -stellen*

Informationen zur Ökomorphologie sind für das Basis-Monitoring im Projektgebiet, die Durchgängigkeit zusätzlich auch in den großen Zuflüssen flächendeckend zu erheben. Diese Angaben liegen für alle Vorarlberger und Bündner Gewässer im Alpenrhein-Einzugsgebiet vor.

### *Untersuchungsintervalle*

Nach einem Angleich der bisherigen Ergebnisse werden für die Gesamterfassung der Ökomorphologie im Projektgebiet Untersuchungsintervalle von 12 Jahren als ausreichend erachtet. Mit den bisher vorliegenden Erfassungsdaten (Rohdaten) und Beurteilungen sollte eine grobe Habitatbilanzierung versucht werden.

Informationen zur Durchgängigkeit sollten seitens der Fachstellen kontinuierlich aktualisiert werden.

### *Untersuchungsmethodik*

Abklärungen und Beurteilung erfolgen bisher noch auf Basis unterschiedlicher Vorgaben. Während sich Vorarlberg und Liechtenstein (künftig) nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie [7] orientieren, werden die Abklärungen in den Schweizer Kantonen nach den Wegleitungen des Modul-Stufen-Konzepts [8] durchgeführt.

Da damit zu rechnen ist, dass die nationalen Fachstellen in den nächsten Jahren einen weiteren internationalen Abgleich der Erhebungspraxis anstreben und vor dem Hintergrund der grossen Untersuchungsintervalle wird im Rahmen dieses Konzepts auf entsprechende Vorschläge verzichtet.

Für das Projektgebiet wird allerdings eine einheitliche, idealerweise zentrale Erfassung der Daten als Basis für die biologischen Untersuchungen vorgeschlagen.

## **5.2.2 Wasserchemie**

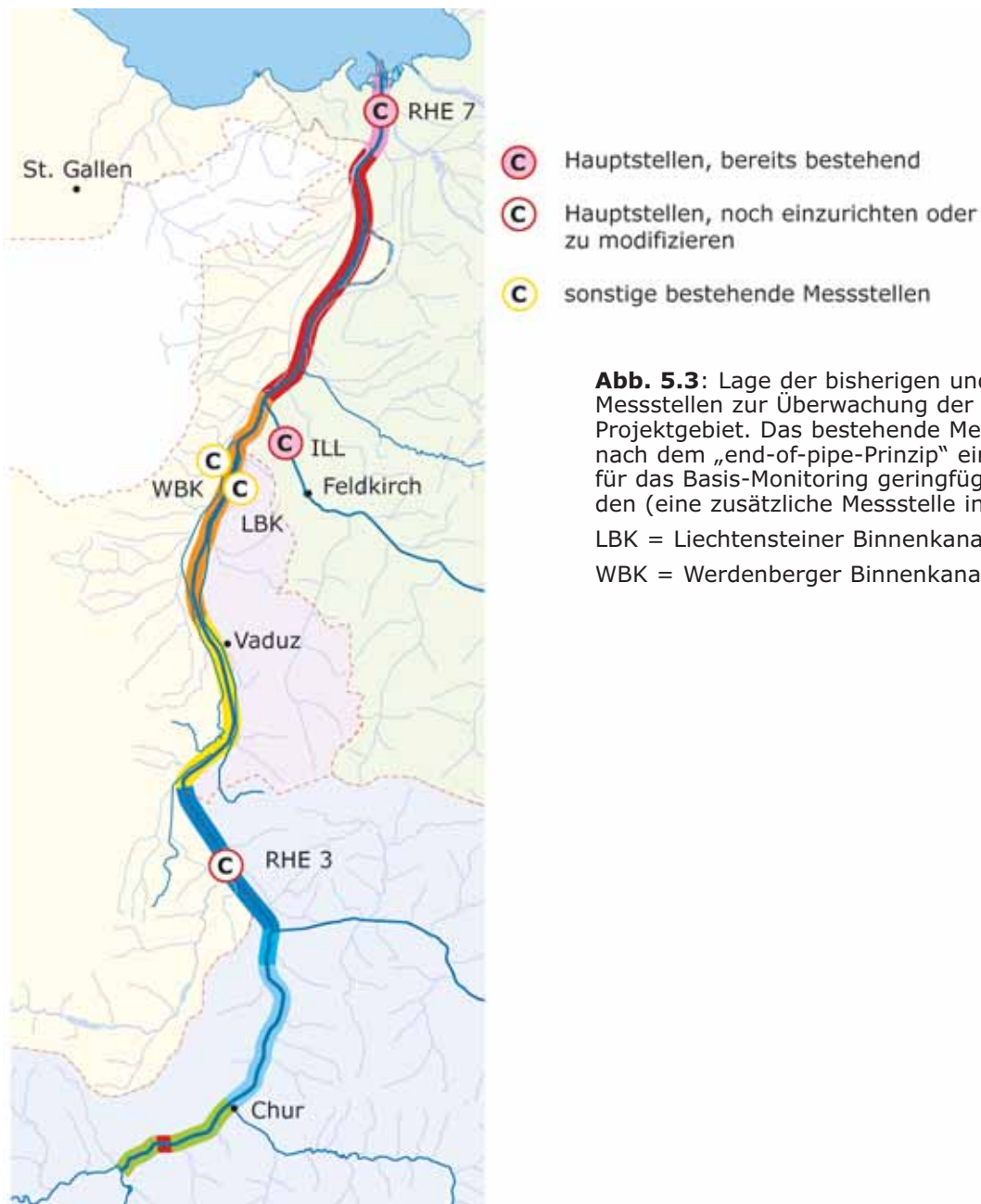
Die chemische Untersuchung von Gewässern hat in den Ländern und Kantonen des Alpenrheingebiets eine jahrzehntelange Tradition. Nachdem die stoffliche Belastung in der Mitte des letzten Jahrhunderts einen Höhepunkt erreicht hatte, veranlassten die nationalen Gewässerschutzgesetze den systematischen Aufbau eines Netzes von Abwasserreinigungsanlagen. In der Zwischenzeit wurde im Alpenrheingebiet ein Anschlussgrad von über 95 % erreicht [17]. Damit konnte die Belastung der Gewässer durch häusliche, gewerbliche und industrielle Abwässer stark reduziert werden. Die grossen Erfolge der Bau- und Investitionsprogramme sind vor allem in grösseren Gewässern wie dem Alpenrhein deutlich sichtbar.

Dennoch ist die chemische Untersuchung der Gewässer nach wie vor nötig. Diffuse Einträge aus der Landwirtschaft und der Entwässerung versiegelter Flächen beeinträchtigen die Wasserqualität. Zum Teil genügt die Qualität auch unterhalb von Kläranlagen den Anforderungen nicht, weil das Verhältnis zwischen eingeleitetem gerei-

nigtem Abwasser und der Wasserführung des Gewässers ungünstig ist oder bestimmte Stoffe zu wenig abgebaut werden.

Mit den wasserchemischen Untersuchungen im Rahmen des Basis-Monitorings soll gemeinsam mit den biologischen Inhalten die Wasserqualität und ihre Entwicklung dokumentiert werden. Bei den bisherigen Kontrollen der Wasserqualität werden den gesetzlichen Anforderungen für die Wasserqualität entsprechende Standard- und Summenparameter gemessen; an einigen Zuflüssen laufen Sonder-Messprogramme.

Eine Verwendung des bestehenden Messnetzes und der Infrastruktur für das Alpenrhein-Monitoring setzt einige Modifikationen resp. Ergänzungen voraus. So sollten vor allem die gewässerökologisch relevanten Veränderungen der Wassertemperatur und



**Abb. 5.3:** Lage der bisherigen und der prospektiven Messstellen zur Überwachung der Wasserqualität im Projektgebiet. Das bestehende Messstellennetz - nach dem „end-of-pipe-Prinzip“ eingerichtet - sollte für das Basis-Monitoring geringfügig erweitert werden (eine zusätzliche Messstelle in Abschnitt RHE 3).  
LBK = Liechtensteiner Binnenkanal  
WBK = Werdenberger Binnenkanal

der Sauerstoffverhältnisse (Gehalt, Sättigung, Zehrung) zeitweise kontinuierlich gemessen werden können, um Rückschlüsse auf Besonderheiten in der Besiedlung und/oder Schadensereignisse ziehen zu können. Regelmässige Messungen des Gesamtstickstoffs und der pH-Werte können Hinweise darauf geben, wann zusätzliche Kontrollen des Nitrit/Nitrat-Verhältnisses und der Ammoniumkonzentrationen nötig sind.

### *Untersuchungsabschnitte und -stellen*

Im Alpenrhein selbst existieren derzeit lediglich zwei Messstellen für die Wasserchemie, eine im St. Galler Rhein bei Diepoldsau (NADUF), die andere nur ein paar Kilometer weiter unterhalb nahe Fußach. Eine weitere Stelle in Bangs wird von Vorarlberg künftig nur noch in unregelmässigen Abständen beprobt. Im Rahmen eines koordinierten Alpenrhein-Monitorings könnte auf die NADUF-Stelle verzichtet werden. Dafür wird vorgeschlagen, eine neue Messstellen für den Rheinabschnitt 3 (SG-GR) einzurichten. Diese könnte bei der ehemaligen Messtelle Maienfeld eingerichtet werden, um die früheren Daten als Vergleichsbasis verwenden zu können. Dieser Vorschlag deckt sich auch mit den Monitoringempfehlungen der Koordinationsgruppe für das Teilbearbeitungsgebiet Alpenrhein/ Bodensee. Die Messungen in der Ill, im Werdenberger und im Liechtensteiner Binnenkanal sollten fortgesetzt, evtl. ebenfalls durch o.g. Inhalte ergänzt werden.

### *Untersuchungsintervalle*

Die Standardparameter sollen weiterhin wie bisher (wöchentlich bis monatlich) erhoben werden.

Weiters wird empfohlen, in einem Spezialmonitoring in zuvor festgelegten und alpenrheinweit koordinierten Zeiträumen an allen 3-4 Messtellen im Alpenrhein und den bestehenden Messstellen in den Zuflüssen kontinuierliche (diurnale) Messreihen von Temperatur, pH, Sauerstoff, Leitfähigkeit und Gesamt-Nitrat durchzuführen.

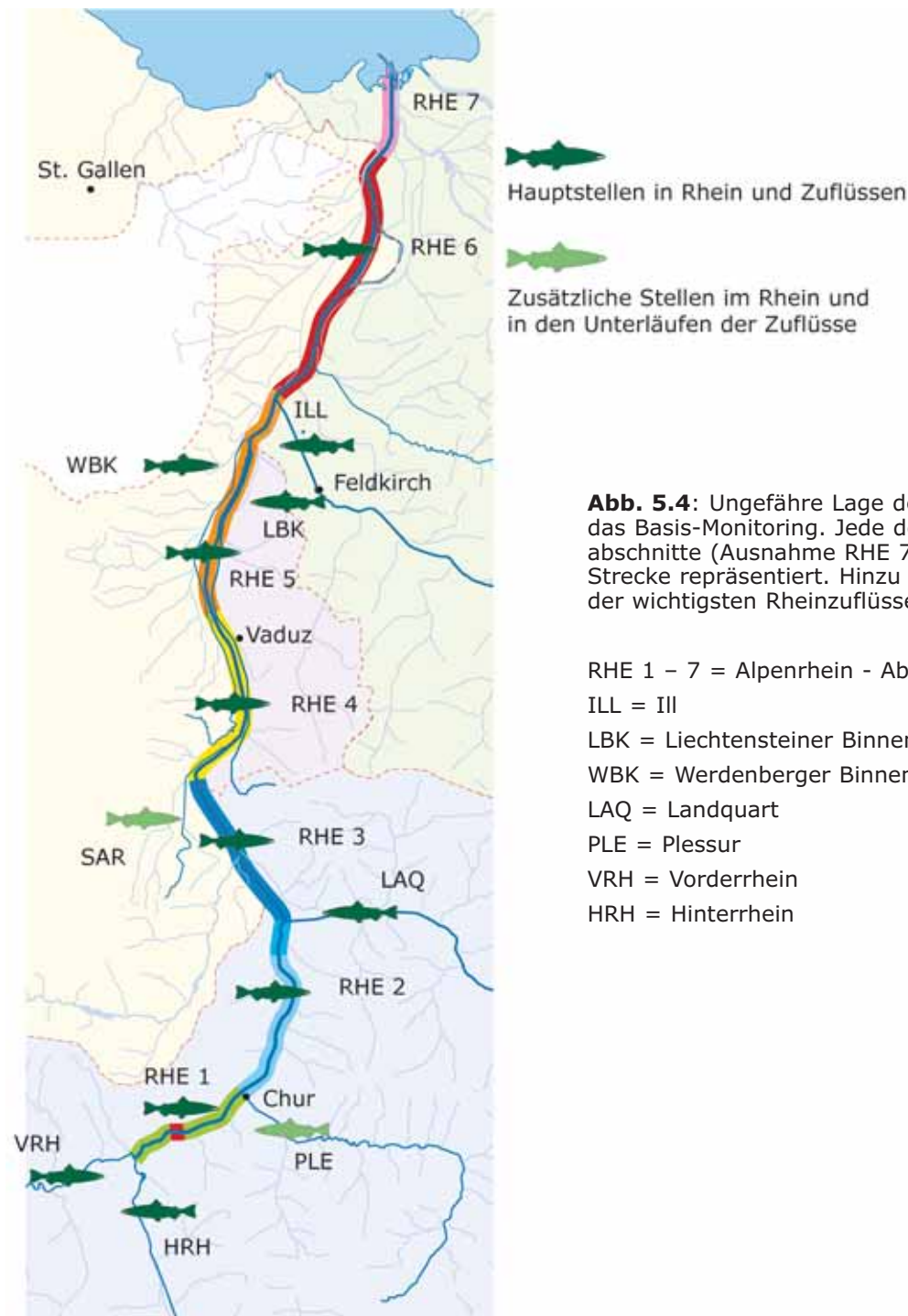
### *Untersuchungsmethodik*

Die bisher praktizierte landes- bzw. kantonsübliche Methodik soll beibehalten werden.

### 5.2.3 Fischbesiedlung

Neben den Untersuchungen zur Hydromorphologie und zur Benthosbiologie werden fischökologische Abklärungen als Schwerpunkte des Alpenrheinmonitorings vorgeschlagen. Alle drei Fachbereiche und deren Indikatoren reagieren in ihrer Ausprägung besonders stark auf Defizite, wie sie im Alpenrheingebiet häufig auftreten.

Fische sind relativ langlebig und zeigen damit Effekte von längerfristigen Verän-



**Abb. 5.4:** Ungefähre Lage der Abfischstrecken für das Basis-Monitoring. Jede der sieben Monitoringabschnitte (Ausnahme RHE 7) wird durch eine Strecke repräsentiert. Hinzu kommen die Unterläufe der wichtigsten Rheinzuflüsse.

RHE 1 – 7 = Alpenrhein - Abschnitte

ILL = Ill

LBK = Liechtensteiner Binnenkanal

WBK = Werdenberger Binnenkanal

LAQ = Landquart

PLE = Plessur

VRH = Vorderrhein

HRH = Hinterrhein

derungen von Umwelteinflüssen an. Durch ihre verschiedenartigen Lebensraumanprüche sind sie gute Indikatoren für den morphologischen und hydrologischen Gewässerzustand. Die Mobilität und die Wanderungen von Fischarten lassen Rückschlüsse auf die Durchgängigkeit und Vernetzung der Gewässer zu. Nicht zuletzt sind Fische relativ einfach zu bestimmen und ihre Ökologie ist gut bekannt [12,13]. Aufgrund ihrer guten Indikatorwirkung sind die Fische daher beispielsweise auch für das zukünftige Monitoring in Österreich als massgebend für hydromorphologische Belastungen definiert [19, 22].

Zwischen der Rheinregulierung mit dem Verlust der Auengewässer und dem massiven Artenrückgang in der Fischfauna besteht ein direkter Zusammenhang [1]; Querbauwerke, das Absinken der Rheinsohle und des Grundwasserspiegels sowie Trübe und Schwall im Alpenrhein [15] sowie Abwassereinleitungen sind weitere anthropogene Einflüsse, die sich negativ auf die Produktivität, die Gesundheit und die Zusammensetzung der Fischfauna ausgewirkt haben.

Umfangreichere fischökologische Bestandsaufnahmen über grosse Abschnitte des Alpenrheins fanden schon zweimal statt [14, 20]. Daten entsprechender Qualität fehlen bisher weitgehend aus den Unterläufen der wichtigsten Zuflüsse.

#### *Untersuchungsabschnitte und -stellen*

Fischbestandsaufnahmen müssen über grössere Streckenabschnitte durchgeführt werden, um alle Habitatstypen eines Abschnitts zu erfassen und eine für stabile Beurteilungen ausreichend grosse Anzahl an Fischen behändigen zu können.

Die für das Basis-Monitoring vorgeschlagenen Abschnitte wurden auf Grundlage der Erfahrungen der letzten Befischungskampagne am Alpenrhein [20] ausgewählt.

#### *Untersuchungsintervalle und -zeitpunkte*

Die Untersuchungsintervalle orientieren sich u.a. an den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie und sollten für die Hauptstellen 6 Jahre nicht überschreiten. Für ergänzende Stellen wird ein 12 Jahres-Intervall als ausreichend erachtet. Es sollte darüber hinaus abgeklärt werden, inwieweit in den Zuflüssen regelmässig durchgeführte Abfischungskampagnen (z.B. Laichfischfang) inhaltlich ergänzt werden können, um dadurch ebenfalls den Anforderungen des Basis-Monitorings gerecht zu werden.

#### *Untersuchungsmethodik und -inhalte*

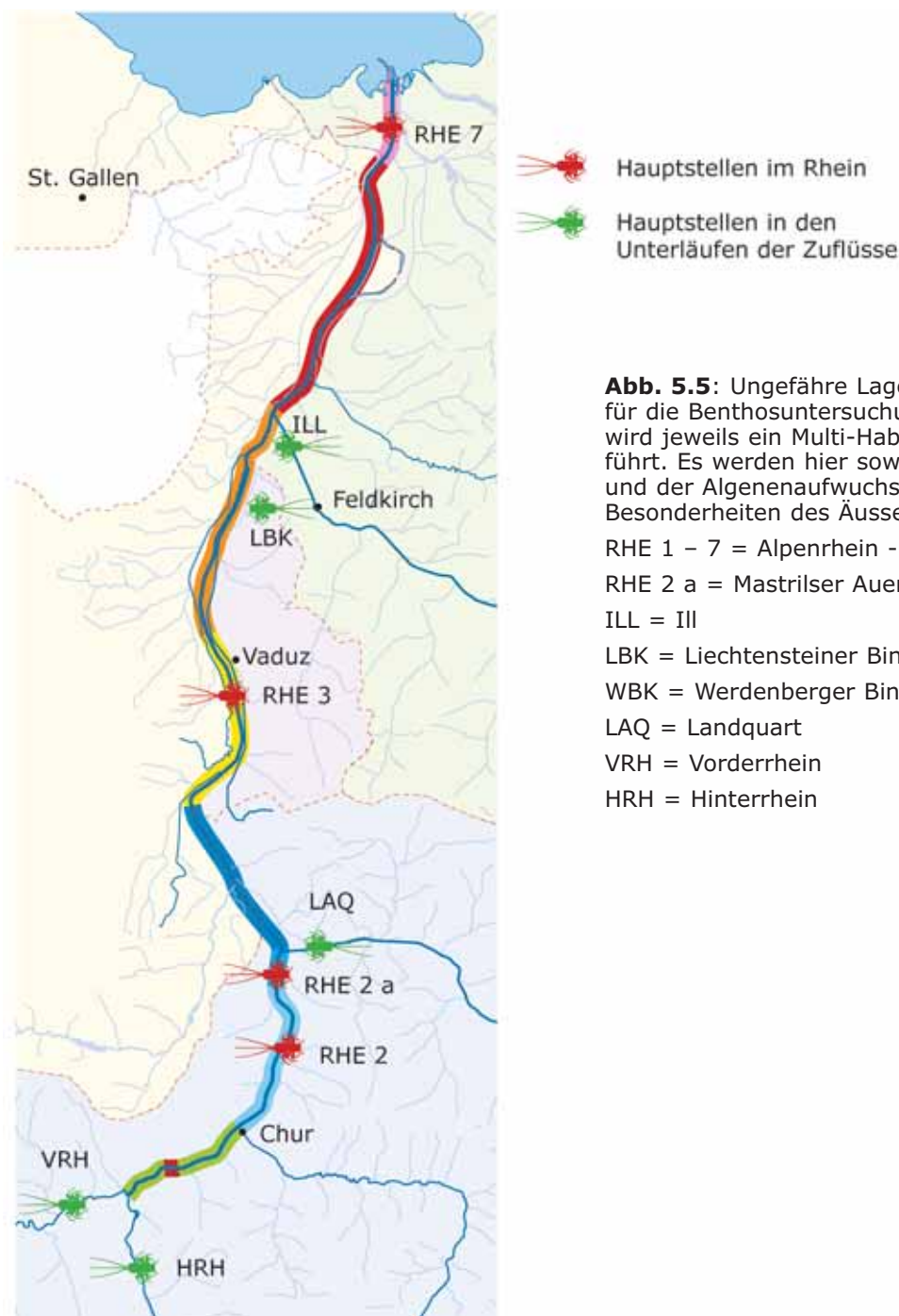
Eine ausführliche Beschreibung der derzeit für die fischökologischen Untersuchungen im Alpenrhein geeigneten Methodik ist im Anhang A 1 aufgeführt.

## 5.2.4 Benthosuntersuchungen

Im Rahmen der Erfassung der Makrozoobenthosbesiedlung werden auch der Algenaufwuchs bzw. der Äussere Aspekt/Ortsbefund miterhoben, um mit geringem Mehraufwand wesentliche Zusatzinformationen zu erhalten.

### Makrozoobenthos

Als Makrozoobenthos oder Makroinvertebraten bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässersohle, die von blossem Auge sichtbar sind [10], und damit in der Regel



**Abb. 5.5:** Ungefähre Lage der Untersuchungsstellen für die Benthosuntersuchungen. An diesen Stellen wird jeweils ein Multi-Habitat-Sampling durchgeführt. Es werden hier sowohl das Makrozoobenthos und der Algenaufwuchs beprobt als auch die Besonderheiten des Äusseren Aspekts festgehalten .

RHE 1 – 7 = Alpenrhein - Abschnitte

RHE 2 a = Mastrilser Auen

ILL = Ill

LBK = Liechtensteiner Binnenkanal

WBK = Werdenberger Binnenkanal

LAQ = Landquart

VRH = Vorderrhein

HRH = Hinterrhein

eine Grösse von  $> 1$  mm besitzen. Die besondere Eignung von Makroinvertebraten als Indikatoren des Gewässerzustands basiert auf der Tatsache, dass deren Populationen

- auf Grund ihrer überschaubaren Entwicklungszeiten ( $< 1$  Jahr bis ca. 4 Jahre) sehr schnell auf Veränderungen im Gewässerzustand reagieren (Verschwinden, Erscheinen, Veränderung in der Besiedlungsdichte),
- relativ ortsgebunden sind und daher den jeweils herrschenden Gewässerzustand und dessen Veränderung räumlich eingrenzbar machen.

Makroinvertebraten reagieren dabei sowohl auf Veränderungen der Wasserqualität (als Saprobie-Zeiger oder Saprobier), des Nährstoffangebots über Vermehrung ihrer Nahrungsgrundlage (als Trophie-Zeiger), als auch als Zeiger für hydromorphologische Veränderungen.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse von Makrozoobenthos-Untersuchungen muss davon ausgegangen werden, dass die Artenzahl in einem natürlichen Gewässer umso höher liegt, je mehr das Gewässer die Charakteristik vieler anderer Gewässer in sich vereint. Ausgehend vom Referenzzustand des Alpenrheins mit seinen ausgedehnten Auengewässern und Mündungsbereichen sowie seinen intensiven Umland-Vernetzungen wird eine potenzielle Artenzahl angenommen, die noch deutlich über derjenigen z.B. naturnaher Abschnitte des Hochrheins liegt (je nach Bestimmungsniveau 160 bis 200 Arten). Nach den vorliegenden Kenntnissen bedeutet dies einerseits, dass der bisherige Artenrückgang im Alpenrhein selbst sehr hoch ist. Andererseits kann aber auch relativ schnell eine Wiederbesiedlung durch Arten aus Begleitgewässern oder aus dem Einzugsgebiet erfolgen, sobald für sie auch im Alpenrhein wieder geeignete Lebensraumverhältnisse herrschen. Die Beurteilung des Gewässerzustands setzt neben einer repräsentativen Beprobung daher auch besondere Artenkenntnisse voraus.

### *Untersuchungsabschnitte und -stellen*

Bei der Auswahl der repräsentativen Untersuchungsstellen für das Makrozoobenthos kann man davon ausgehen, dass sich die im Alpenrhein auf kleinerem Raum vorzufindenden Meso-Habitate im Fluss-Verlauf regelmässig wiederholen. In besonderem Masse muss jedoch der Einfluss der grösseren Rheinzuflüsse auf die Artenzusammensetzung berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu den fischökologischen Abklärungen müssen zwar nicht alle sieben Rheinabschnitte repräsentiert sein, die vier ausgewählten und diejenigen in den Unterläufen der Zuflüsse dafür umso genauer untersucht werden.

### *Untersuchungsintervalle*

Entsprechend der Erfahrungen aus den laufenden Programmen der IKSR (Int. Rheinschutzkommission) wird für das Basis-Monitoring ein Intervall von 6 Jahre als ausreichend erachtet. Da wahrscheinlich nur ein kleinerer Teil der im Alpenrhein lebenden Makroinvertebraten hololimnisch sind (ständig im Wasser leben), wird empfohlen, in einem Spezialmonitoring im ersten Jahr des Basismonitorings eine zusätzliche Probenahme-Kampagne vorzusehen, um möglichst das gesamte vorhandene Artenspektrum einer Untersuchungsstelle erfassen zu können.



### *Untersuchungsmethodik*

Eine ausführliche Beschreibung der derzeit für die benthosbiologischen Untersuchungen im Alpenrhein geeigneten Methodik ist im Anhang A.2 aufgeführt.

### **Phytobenthos**

#### *Kieselalgenbewuchs*

Kieselalgen (Diatomeen) eignen sich gut als Bioindikatoren, da sie in allen Fließgewässern ganzjährig vorkommen, ihre Reaktionen auf Umweltveränderungen gut bekannt sind und ihre Bearbeitung mit verbreiteten Methoden zuverlässige Resultate ergibt [11].

Die Zusammensetzung der Kieselalgenarten in einem Gewässer hängt stark von der Wasserqualität ab. Ihre Verteilung und Häufigkeit ist davon abhängig, welche Wasserinhaltsstoffe über einen längeren Zeitraum im Gewässer vorhanden waren. Bei chemischen Belastungen verändert sich die Artenzusammensetzung der Kieselalgen im betroffenen Gewässerabschnitt, empfindliche Arten verschwinden und werden von weniger empfindlichen Arten ersetzt. Durch die Bestimmung der Arten und ihrer Häufigkeit lassen sich Aussagen über die Belastungssituation in den Wochen vor der Probenahme machen. Die Untersuchung der Kieselalgen ist daher eine ideale Ergänzung zu chemischen Gewässeruntersuchungen. Ökomorphologische Faktoren spielen eine viel geringere Rolle als bei den Wasserwirbellosen [11].

Ob sich die qualitative Untersuchung der Kieselalgen im Untersuchungsgebiet als aussagekräftig erweist, muss noch während der ersten Kampagnen abgeklärt werden. Die quantitative Charakteristik der Kiesel- und Fadenalgenbedeckung (vgl. Kap. A.3 mit Tab A.3) ist auf jeden Fall eine wichtige Eigenschaft des Äusseren Aspekts (Ortsbefundes).

#### *Makrophytenbewuchs*

Die Untersuchung des Makrophytenbewuchses ist derzeit als untergeordnete Thematik zu betrachten, da der Alpenrhein selbst quasi makrophytenfrei ist. Im Rahmen der Benthosprobenahme im Basis-Monitoring sowie bei allen anderen Abklärungen im Projektgebiet sollte dieser Aspekt und mögliche Veränderungen fallweise miterfasst werden.

#### *Untersuchungsabschnitte und -stellen, Untersuchungsintervalle*

Die Untersuchungen des pflanzlichen Aufwuchses (Phytobenthos), des Makrozoobenthos sowie der Indikatoren des Äusseren Aspekts finden alle an denselben Stellen zu denselben Zeitpunkten statt. Ausschlaggebend für die Auswahl der Stellen und Zeiten ist die Untersuchung der Makrozoobenthosbesiedlung.

### *Untersuchungsmethodik*

Es ist geplant, im Rahmen des ersten Basis-Monitorings der Benthosuntersuchungen aus den Teilproben des Multi-Habitat-Samplings je eine Aufwuchsprobe zu sichern (vgl. Kap. A.2). Diese soll nach der bisher von den Fachstellen präferierten Methodik

analysiert werden. Stellt sich heraus, dass die Zusammensetzung der Diatomeen einen hohen Indikatorwert bezüglich Trophie und Wasserqualität aufweist, so sollte die genauere Analyse des Diatomeenaufwuchses auch in den kommenden Kampagnen enthalten sein. Weitere Ausführungen zur empfohlenen Methodik siehe Anhang A.3.

### ***Indikatoren des Äusseren Aspekts - Ortsbefund***

Das Modul "Äusserer Aspekt" ist ein Instrument zur Beurteilung des makroskopisch sichtbaren Zustandes der Fliessgewässer [9]. In Österreich werden diese Parameter im Rahmen des Ortsbefundes (Probenahmeprotokoll) bei der Makrozoobenthos-Untersuchung miterhoben [23]. Unter Indikatoren des Äusseren Aspekts/Ortsbefund werden alle Umweltinformationen bzw. Gewässercharakteristika zusammengefasst, die mit sehr geringem Aufwand vor Ort erhoben werden können und dennoch einen guten bis sehr guten Indikatorwert besitzen. Ein Modul des Äusseren Aspekts zur Gewässerbeurteilung wurde auch für das Schweizer Modul-Stufen-Konzept entwickelt. Konkret dient es dazu, Vorgaben gemäss den Anforderungen an die Wasserqualität, wie sie in der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 festgelegt sind, zu ergänzen [9].

### ***Untersuchungsstellen, Untersuchungsintervalle***

Alle Indikatoren des Äusseren Aspekts werden regelmässig im Rahmen der Benthosbeprobung aufgenommen und protokolliert. Werden bei dieser Begutachtung - aber auch im Verlauf anderer Untersuchungen am Gewässer wie der Fischbestandsaufnahme - Besonderheiten, Belastungen oder generell relevante Gewässerdefizite bemerkt, so kann ein rascher Handlungsbedarf formuliert, weiter gehende Abklärungen und ggf. Sanierungsmassnahmen eingeleitet werden.

### ***Untersuchungsmethodik***

Die Erfassung von Indikatoren des Äusseren Aspekts wird in Anhang A.4 noch einmal genauer beschrieben. Folgende Parameter werden untersucht:

- Strömungscharakter
- Heterotropher Bewuchs – Pilze Bakterien – Protozoen
- Eisensulfid
- Verschlammung
- Faulschlamm Bildung
- Schaumbildung
- Trübung
- Färbung, Verfärbung
- Geruch
- Kolmation
- Feststoffe
- Abfälle und sonstige Verunreinigungen

### 5.2.5 Limikolen

Neben den bisher angeführten Indikatoren der Gewässerfauna und -flora werden die Limikolen (Watvögel) als die für das Alpenrheingebiet typischen Zeiger für die Funktionalität der Kiesbänke ausgewählt. Flussuferläufer und Flussregenpfeifer stellen unterschiedliche, sehr spezifische Habitatsprüche an Kiesbänke hinsichtlich Bewuchs etc. Darüber hinaus dürfen für eine erfolgreiche Reproduktion die Kiesbänke während der Brutzeit im Frühjahr nicht zur Gänze überflutet werden, wie dies derzeit auch ohne Hochwasser in vielen Rheinabschnitten der Fall ist. Limikolen eignen sich daher optimal für eine effiziente Erfassung der Funktionalität der Kiesbänke im Alpenrhein und der Dokumentation ihrer Entwicklung. Gleichzeitig werden damit die Basisinformationen für zukünftige Umsetzungs-Monitorings gewonnen (vgl. Kap. 6.1 und



**Abb. 5.6:** Ungefähre Lage der Untersuchungsabschnitte zur Erfassung des Brutvogelbestands der Limikolen (Watvögel) und anderer wasserabhängiger Vogelarten. Hauptuntersuchungen in ausgewählten Testgebieten sind nur bis zur Illmündung sowie im Bereich der Rheinvorstreckung geplant. Flussab der Illmündung - die Illmündung selbst ist gesondert zu untersuchen - finden sich mit Ausnahme der Rheinvorstreckung (RHE 7) keine geeigneten Lebensräume im Alpenrhein mehr.

Flächendeckende Untersuchungen  
(alle 20 Jahre)

ergänzen die Hauptuntersuchungen  
(alle 10 Jahre).

RHE 1 – 7 = Alpenrhein – Abschnitte

6.3). Im Rahmen des Basis-Monitorings wird auf den Schotterbänken im Gerinne und am Ufer der Brutbestand der wichtigsten Watvogelarten und anderer wassergebundener Vogelarten (wie z.B. Wasseramsel) erfasst.

#### *Untersuchungsabschnitte und -stellen*

Ein Basis-Monitoring am Alpenrhein muss derzeit nur an Abschnitten durchgeführt werden, welche potenzielle Brutgebiete für Limikolen aufweisen, d.h. an repräsentativen Stellen der Abschnitte RHE 1 bis RHE 5 sowie im Abschnitt RHE 7. Unterhalb der Illmündung verhindert das enge Flussprofil die Bildung alternierender Schotterbänke. Geeignete Brutflächen fehlen hier im Gerinne des Alpenrheins zur Gänze. Bruten kommen nur noch im Bereich der Rheinvorstreckung (RHE 7).

#### *Untersuchungsintervalle*

Brutbestandsaufnahmen von Limikolen sollen in den beiden „Kerngebieten“ Mastrilser Au (RHE 2), in einem repräsentativen Testgebiet im Rheinabschnitt mit den alternierenden Kiesbänken zwischen Ellhorn und Oberriet (RHE 4 und RHE 5) sowie im Bereich der Rheinvorstreckung (RHE 7) alle 10 Jahre durchgeführt werden. Sofern entsprechende Kapazitäten vorhanden sind, kann der Rhythmus auch kürzer, dh alle 5 Jahre, gewählt werden. Ergänzend dazu sind alle 20 Jahre in allen potenziellen Lebensräumen im Alpenrhein (RHE 1 bis RHE 5 sowie im Abschnitt RHE 7) flächendeckende Aufnahmen durchzuführen. Die Periodik für diese flächendeckenden Aufnahmen entspricht dem Rhythmus, den die Schweizerische Vogelwarte jeweils für die Erarbeitung des Schweizer Brutvogelatlasses (inkl FL) festgelegt hat [24]. Somit würde die nächste flächendeckende Aufnahme im Jahr 2013 erfolgen.

#### *Untersuchungsmethodik*

Eine ausführlichere Beschreibung der derzeit für die Untersuchungen der Limikolen am Alpenrhein geeigneten Methodik ist im Anhang A.5 aufgeführt.

## 6 Umsetzungs - Monitoring

Im Gegensatz zum Basis-Monitoring wird beim Umsetzungs-Monitoring eine spezielle Massnahme an einem konkreten Ort untersucht und ihre Entwicklung dokumentiert. Im Rahmen der Erfolgskontrolle wird festgestellt, ob die gesetzten Ziele durch die Massnahme tatsächlich erreicht werden. Wesentlich dabei ist, dass die Ziele für die jeweilige Massnahme bereits im Vorfeld der Planung als Messlatte für die Erfolgskontrolle festgelegt werden. Als Basis dient ein Ausgangszustand, der vor Umsetzung der Massnahme erhoben werden muss. Dabei können im Regelfall viele Untersuchungen des Basis-Monitorings mitverwendet werden, um den erforderlichen Aufwand zu minimieren. In einem geeigneten Zeitfenster nach Umsetzung der Massnahme wird eine Erfolgskontrolle durchgeführt. Weitere Untersuchungen folgen, um die Entwicklung/Entwicklungsrichtung des gewässerökologischen Zustands des Abschnitts/Objekts weiter dokumentieren zu können.

Die Untersuchungsinhalte und die Untersuchungstiefe sind stark vom jeweiligen Massnahmentyp und den besonderen lokalen Verhältnissen abhängig. Dementsprechend werden die nachfolgenden Empfehlungen für ein Umsetzungs-Monitoring gesondert für wenige ausgewählte Massnahmentypen des EKA angeführt. Im Anhang befinden sich weiters einige exemplarische Beispiele für ein spezifisches Monitoring für die Massnahmentypen "Aufweitung" und "Reduktion Schwall". Je nach Umsetzung sind die vorgeschlagenen Beispiele an die jeweiligen tatsächlichen Gegebenheiten zu adaptieren.

Alle im Umsetzungs-Monitoring gewonnen Daten sollten in die Monitoring-Datenbank eingespeist werden und damit in das Basis-Monitoring und andere Umsetzungs-Monitorings sowie weitere Erhebungen der einzelnen Lander/Kantone einfliessen.

### 6.1 Massnahmentyp Aufweitungen

#### *Untersuchte Fachbereiche - Indikatoren*

Im Rahmen des Umsetzungs-Monitorings für Aufweitungen am Alpenrhein sind alle relevanten Lebensraumtypen, die durch die Aufweitung entstehen, zu erfassen und ihre Entwicklung zu dokumentieren. Darüber hinaus sind sie im Hinblick auf deren Vorkommen am gewässertypischen Alpenrhein zu bewerten. Die Charakterisierung und Bewertung der Funktionsfähigkeit erfolgt am effizientesten anhand von ausgewählten Fachbereichen, die als Indikator für die gewässertypische Tier- und Pflanzenbesiedlung dienen.

Für die Erfassung des Ausgangszustandes sind alle wesentlichen im Bereich der zukünftigen Aufweitung vorhandenen und davon potentiell veränderten Lebensraumtypen (vgl. Tab. 6.1) vor Umsetzung der Massnahmen zu erheben. Dabei ist insbesondere auch festzustellen, ob und in welchem Umfang für den Alpenrhein früher charakteristische Lebensraumtypen, die durch die Aufweitung vermutlich entstehen werden, bereits vorher vorhanden sind bzw. fehlen.

**Tab. 6.1:** Durch Aufweitungen potentiell entstehende Lebensraumtypen und die für die Beurteilung der Funktionalität vorgeschlagenen Fachbereiche.

Durch Aufweitungen geschaffene Lebensraumtypen	Fachbereiche / Indikatoren	(Hydro)-morphologie
<b>Hauptfluss</b>		
Hauptarm/Furten-Kolke-Buchten (Substrat, Strömung)	Fische/Bodenfauna	
Seitenarme	Fische/Bodenfauna	
Kies- und Sandbänke,-inseln	Limikolen, Vegetation, (Insekten, Spinnen)	
<b>Aubereich</b>		
Tümpel, Augewässer	(Amphibien/Libellen u.a)	
Auwald	Vegetation, Vögel, (Amphibien)	

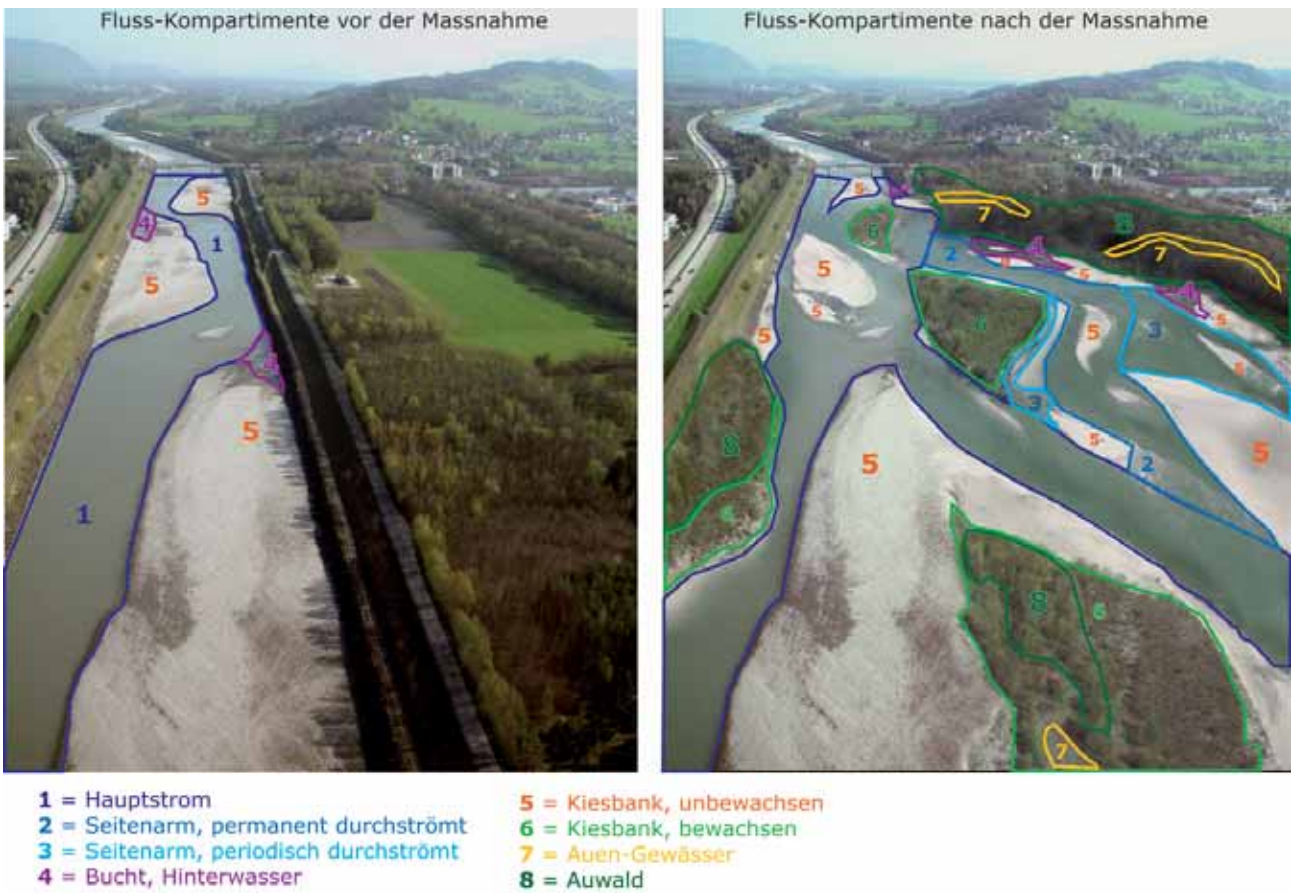


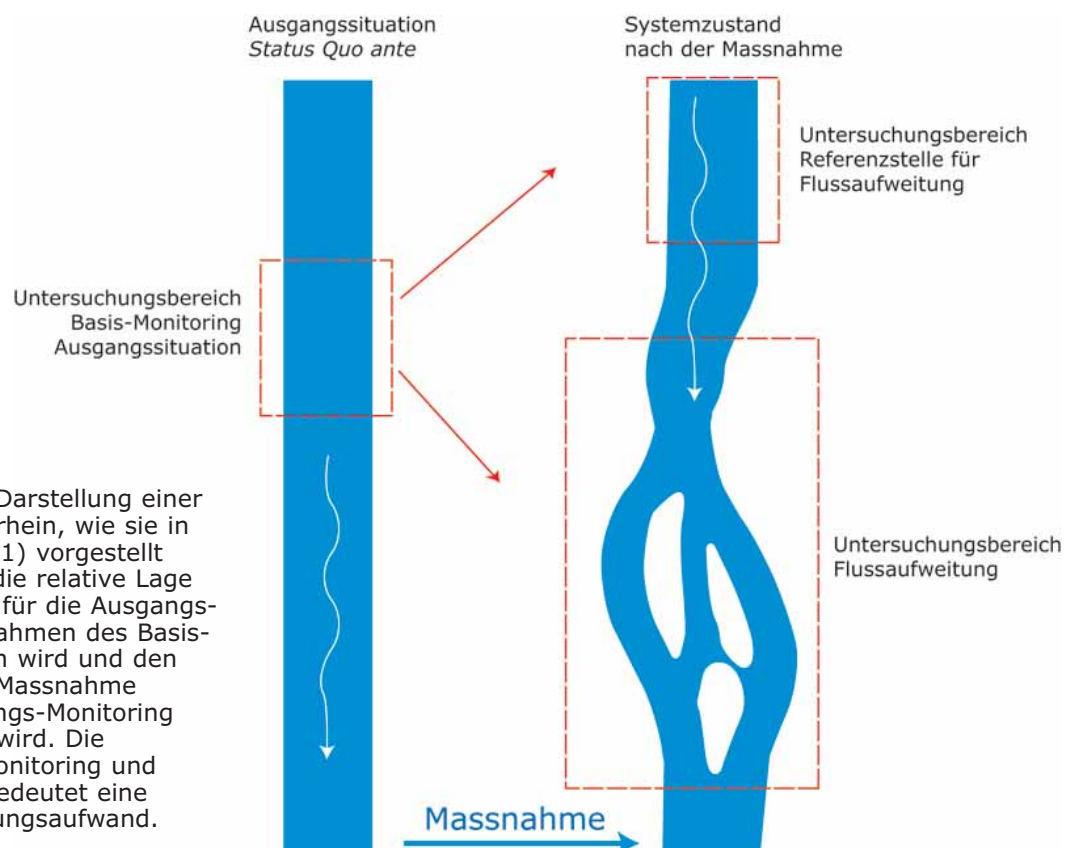
Abb. 6.1: Eschner Au vor und nach (Fotomontage) einer Flussaufweitung mit unterschiedlich entwickelten Lebensraumtypen bzw. Kompartimenten.

Die höhenmässige Entwicklung der Flusssohle und ihre Auswirkungen auf die Hochwasser-Abfuhrkapazität und das Grundwasser sollen ebenfalls untersucht werden. Dies erfolgt im Aufgabenbereich von anderen Dienststellen und wird daher hier nicht näher behandelt.

Ist z.B. durch die geringe Breite der Aufweitung die (Neu-)Entstehung gewisser Lebensraumtypen (z.B. Augewässer, Auwald) in der Aufweitung auszuschliessen, kann natürlich auf die Untersuchung der diesbezüglichen Indikator-Fachbereiche verzichtet werden.

### Untersuchungsstellen

Im Rahmen des Umsetzungs-Monitoring ist der Bereich der Aufweitung flächig zu erfassen. Zusätzlich ist eine Referenzstelle flussauf zu untersuchen, die weitgehend dem Ausgangszustand im Bereich der Aufweitung entspricht, von der Aufweitung aber möglichst unbeeinflusst ist (Abb 6.2). Dadurch können Entwicklungen erfasst werden, die unabhängig von der Aufweitung laufen und die Änderungen durch die Aufweitungen überlagern.



**Abb. 6.2:** Schematische Darstellung einer Flussaufweitung im Alpenrhein, wie sie in der Fotomontage (Abb. 6.1) vorgestellt wurde. Eingezeichnet ist die relative Lage der Untersuchungsstellen für die Ausgangssituation (links), die im Rahmen des Basis-Monitorings aufgenommen wird und den Systemzustand nach der Massnahme (rechts), der im Umsetzungs-Monitoring (Erfolgskontrolle) erfasst wird. Die Verknüpfung von Basis-Monitoring und Umsetzungs-Monitoring bedeutet eine Einsparung an Untersuchungsaufwand.

Für die Darstellung des Ausgangszustandes kann für die im Basis-Monitoring enthaltenen Fachbereiche in vielen Fällen auf dort erhobene Daten zurückgegriffen werden, sofern die Untersuchungsstelle für den Bereich der Aufweitung und die Referenzstelle flussauf repräsentativ ist. Liegt die letzte Erhebung bereits weiter zurück, kann durch

ein Vorziehen des Basis-Monitorings um ein bis max. zwei Jahre (bei einem 6-jährigen Untersuchungsintervall) der Ausgangszustand ohne zusätzliche Kosten aktuell erfasst werden.

### *Untersuchungszeitraum*

Generell sind die Erhebungen vor und nach Umsetzung der Massnahmen und in regelmässigen Abständen zur Dokumentation der Entwicklung durchzuführen. Für den Untersuchungszeitraum sind insbesondere Hochwässer und die dann rasante Umgestaltung der Aufweitung zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind für die ersten Untersuchungen bei gewissen Fachbereichen Erhebungen zu mehreren Jahreszeiten wünschenswert, um die jahreszeitliche Entwicklung bzw. die Nutzungsmöglichkeit für unterschiedliche Altersstadien bzw. bei verschiedenen Abflussverhältnissen zu dokumentieren. Für die mittel- bis langfristige Dokumentation der Entwicklung sind jedoch die Untersuchungen stets zur selben Jahreszeit bei möglichst gleichen Abflussverhältnissen vorzunehmen.

### *Methodik*

Ein entsprechender Vorschlag für die Vorgangsweise beim Massnahmentyp Aufweitung ist im Anhang A.6 ausgearbeitet.

## **6.2 Massnahmentyp Sanierung Zuflüsse**

### *(Mündung und mündungsnahe Bereiche)*

Die Auswahl der Fachbereiche für ein diesbezügliches Umsetzungs-Monitoring entspricht im Wesentlichen jenen der Aufweitung. Abhängig vom Umfang der Umgestaltung ist jedoch vielfach ein deutlich geringeres Ausmass erforderlich. Wird nur die Passierbarkeit der Mündung (z.B. über eine Rampe) hergestellt, kann sich das Monitoring auf die Kontrolle der Fischdurchgängigkeit beschränken. Dabei sollte jedoch, soweit möglich, die Ein- und Auswanderung zwischen Zufluss und Alpenrhein möglichst quantitativ (z.B. über Reusen) erhoben werden.

Wird auch der mündungsnahe Bereich naturnah umgestaltet (z.B. Liechtensteiner Binnenkanal) wäre jedenfalls auch ein Monitoring der neu entstandenen Lebensräume zu empfehlen. Neben den Fachbereichen Hydromorphologie (Hydrologie, Feststoffhaushalt, Morphologie) und Fische kommen dabei noch Bodenfauna und Vegetation in Betracht. Darüber hinaus gehende Untersuchungen sind insbesondere in sensiblen Bereichen (Schutzgebiete, Vorkommen besonders seltener Arten etc) zu empfehlen.

## **6.3 Massnahmentyp Reduktion Schwall**

Für den Massnahmentyp Reduktion Schwall des EKA ist ein Konzept für ein Umsetzungs-Monitoring sehr schwer festlegbar, weil damit mehrere mögliche Massnahmen



(Änderung Betriebsweise, Schwalldämpfungsbecken im Nebenschluss, Schwallausleitung, Stauraum als Schwalldämpfungsbecken im Hauptschluss) zusammengefasst sind.

Nachfolgend wird daher nur der Flie遝sstreckenbereich mit Schwalldämpfung flussab der Massnahme (bzw. der Ausleitungsbereich bei Schwallausleitung) betrachtet und nicht der Bereich der Massnahme.

Basis für das Umsetzungs-Monitoring Schwalldämpfung ist die Erfassung der Hydrologie an mehreren Stellen im Längsverlauf über den gesamten betrachteten Bereich (siehe unten).

*Untersuchte Fachbereiche/Indikatoren*

Entsprechend den durch den Schwall bzw. die Schwalldämpfung berührten ökologischen Aspekte werden zusätzlich folgende biologische Fachbereiche als Indikatoren vorgeschlagen.

Tab. 6.3: Durch Schwall betroffene ökologische Aspekte und die für die Beurteilung der Auswirkungen vorgeschlagenen Fachbereiche.

Betroffene ökologische Aspekte	Fachbereiche / Indikatoren	
<b>Wasserspiegelschwankung</b>		<b>(Hydro)-morphologie</b>
Trockenfallen Uferbereiche bei Sunk	Fische, Bodenfauna, Algen	
Erosion/Abdrift bei Schwall	Fische, Bodenfauna, Algen	
Überflutungen Kiesbänke bei Schwall	Limikolen, Vegetation, Ripicolen	
<b>Trübung, Mobilisierung von Feinsedimenten</b>		
Wassertrübung	Fische, Bodenfauna, Algen	
Kolmation Flusssohle	Fische, Bodenfauna	

Diese biologischen Fachbereiche wären ebenfalls flussauf der Schwalleinleitung sowie entsprechend den Änderungen der Schwallverhältnisse im Längsverlauf an mehreren Stellen flussab zu untersuchen.

Für die Untersuchungen aller Fachbereiche ist die Erfassung des Ausgangszustandes mittels gleicher Methodik an den gleichen Probestellen erforderlich.

*Methodik*

Ein entsprechender Vorschlag für die Vorgangsweise beim Massnahmentyp Schwalldämpfung im Anhang A.7 ausgearbeitet.

## 7 Datenverwaltung und Ergebnisdarstellung

Der Nutzen des Monitorings für die Gewässerschutzarbeit am Alpenrhein hängt in entscheidendem Masse davon ab, in welcher Form die erhobenen Daten verwaltet, die Ergebnisse dargestellt und wie sie den Fachstellen der Länder und Kantone zugänglich gemacht werden. Während bei diesen Fachstellen bereits geeignete Instrumente zur Archivierung und Nutzung der jeweils eigenen Daten existieren (Datenbanken und GIS), so fehlen diese für eine gemeinsame Verwaltung und Darstellung von Daten über das gesamte Projektgebiet. Wie wichtig eine grenzüberschreitende Darstellung von Gewässer-Informationen ist, zeigen die diesbezüglichen Versuche im Rahmen des Berichts zur Bestandsaufnahme in Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee) [16] sowie die Bodensee-Bilanz der IGKB [17].

Für die Datenverwaltung und Ergebnisdarstellung im Projektgebiet sollten daher die erforderlichen Ressourcen und organisatorische Maßnahmen vorgesehen werden.

### 7.1 Datenaufarbeitung

#### *Recherche bisheriger Daten*

Eine wichtige Aufgabe des Alpenrheinmonitorings ist es, bereits erhobene Daten zu recherchieren und gemeinsam zugänglich zu machen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde bisher lediglich die aktuelle Datenlage der Gewässerschutzfachstellen eruiert (Kap. 3). Es fehlen noch alle gewässerökologisch relevanten Daten zum Gewässersystem Alpenrhein, die (noch) nicht in den Datenbanken der Fachstellen gespeichert sind. Hierzu gehören beispielsweise:

- Informationen aller im Natur- und Artenschutz involvierten Verbände und Vereine (Naturforschende Gesellschaften, Vogelschutz, Pro Natura, WWF, Birdlife, Fischereivereine usw.)
- Daten aus Grundlagen- und Prozessforschung (z.B. Projekte von EAWAG und BOKU, Daten des Schadstoffmonitorings der IGKB, Fachbereich Einzugsgebiet)
- Daten, die im Zusammenhang mit Aufwertungsmassnahmen erhoben wurden (Erfolgskontrollen bisheriger Renaturierungs-, Wiederbewässerungsmassnahmen, Totholzeintrag)
- Daten, die in anderem Kontext erfasst und abgelegt wurden (z.B. Daten zum Laichfischfang und zur Erhebung von Fischeschäden).

#### *Geodaten-Recherche*

Der aktuell georeferenzierte Datenbestand auf den Fachstellen der Länder und Kantone wurde recherchiert und separat zusammengestellt. Die bisherigen Datenbankstrukturen, die Georeferenzierung und Darstellung im GIS sind derzeit jedoch nicht koordinierbar.

### *Verwaltung der Monitoring-Ergebnisse*

Es ist sicherzustellen, dass alle Daten, die im Rahmen künftiger Monitoring-Programme am Alpenrhein erhoben werden, georeferenziert sind und als Rohdaten ein überall lesbares Datenformat besitzen (z.B. MS Excel). Die Georeferenzierung ist in einer Form vorzunehmen, dass die Daten in verschiedene Geografische Informationssysteme (GIS) eingespeist werden können. Hierfür sind Schnittstellen zu definieren, sowohl bezüglich System als auch Datenformat.

Es wäre wünschenswert, dass künftige Monitoring-Programme von einer von der IRKA noch zu definierenden Institution/Fachstelle koordiniert werden. Zudem sollte eine eigene Datenverwaltung für Sach- und Geodaten organisiert werden, die aus einer Datenbank und einem dazugehörigen, einfachen GIS besteht (vgl. Kap. 7.2). Es ist darüber hinaus vorzusehen, dass der Bestand der erhobenen Rohdaten primär bei den Ländern und Kantonen abgelegt wird (verbleibt), in denen sie erhoben werden. Jeweils eine Kopie der Daten soll an die erwähnte Koordinationsstelle weitergegeben werden.

## **7.2 Darstellung der Ergebnisse**

In der Koordinationsstelle erfolgt eine gemeinsame Auswertung und zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse aus den Monitoringprogrammen. Die Rohdaten, die Auswertungen sowie die Darstellungen der Ergebnisse sollen hier jederzeit von den Fachstellen der Länder und Kantone abgerufen werden können. Darüber hinaus wäre es wünschenswert, dass auch die Informationen, die im Rahmen der Datenrecherche im Alpenrheingebiet bisher oder unabhängig von den Monitoring-Inhalten erhoben wurden/werden, in dieser Koordinationsstelle gesammelt werden. Damit soll unter anderem eine optimale Abstimmung der Datenlage und der Datenerfassungen im gesamten Projektgebiet ermöglicht werden.

### *Aufarbeitung der Ergebnisse im GIS*

Die in einer Datenbank erfassten Monitoring-Ergebnisse sollen in einer allgemein lesbaren und verständlichen Form aufgearbeitet und dargestellt werden. Es ist noch einmal klar hervorzuheben, welche Aussagen durch welche Untersuchungsergebnisse getroffen werden können und welche nicht.

Alle Ergebnisse mit Raumbezug sollen mittels eines GIS in Karten mit verständlichen Legenden und Erläuterungen übertragen werden. Entsprechend gut aufbereitete Ergebnisse können auch für die Öffentlichkeitsarbeit verwendet werden.

Die Ergebnis-Darstellung könnte darüber hinaus durch umfassende fotografische Dokumentation der örtlichen Gegebenheiten, der Besonderheiten und der Vorgehensweisen bei der Datenerhebung zu ergänzen. Diese Dokumentationen sollen für die IRKA sowie für die Fachstellen der Länder und Kantone allgemein zugänglich sein und verwendet werden können (frühzeitige Abklärung aller Nutzungsrechte von Daten und Dokumenten).

Zur besseren Übersicht über gewässerspezifische Besonderheiten können - zum Teil aus anderen Untersuchungen bereits vorliegende - detailgenaue Luftaufnahmen des Untersuchungsgebiets herangezogen werden (vgl. Luftaufnahmen zur Darstellung des Multi-Habitat-Samplings, Anhang A.2).

### *Nutzung vorhandener Möglichkeiten*

Im Rahmen der Erstellung dieses Konzepts wurde diskutiert, inwieweit bereits funktionierende überregionale Systeme für das Alpenrhein-Monitoring mitgenutzt werden können. So wurde festgestellt, dass es zwischen den Datenverwaltungs-Arbeiten der IRKA und der IGKB (Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee) vielfältige inhaltliche, aber auch räumliche Überschneidungen gibt. Diese Tatsache wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach genutzt, wenn gewässerschutzrelevante Begebenheiten in den Einzugsgebieten von Alpenrhein und Bodensee gemeinsam gesammelt und dargestellt werden sollten [16, 17 u.a.]. Das hierfür verwendete und vom Institut für Seeforschung in Langenargen betreute Bodensee-Wasser-Informationssystem (BOWIS) würde sich auch für die überblicksmässige Darstellung von Monitoring-Ergebnissen bestens eignen. Daneben könnte eine entsprechende Kooperation zu gegenseitigem Informationsaustausch und damit Nutzen stattfinden.

## Literatur

- [1] ARGE Rheinblick (2005): Entwicklungskonzept Alpenrhein, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein und Internationale Rhein-Regulierung.
- [1a] EBERSTALLER, J., G. HAIDVOGL & M. JUNGWIRTH (1997): Gewässer- und fisch-ökologisches Konzept Alpenrhein, Grundlagen zur Revitalisierung mit Schwerpunkt Fischökologie.- Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, ISBN 3-9500562-1-3.
- [1b] EBERSTALLER J.& G. HAIDVOGL (1997): Fischökologisches Konzept als Grundlage für eine umfassende Revitalisierung des Alpenrheins. Teil 1, Darstellung der derzeitigen Verhältnisse; Amt für Umweltschutz, Liechtenstein; Jagd- und Fischereinspektorat, Graubünden; Jagd- und Fischereiverwaltung, St. Gallen; Amt der Vorarlberger Landesregierung
- [1c] EBERSTALLER, J. & G. HAIDVOGL, 1997: Fischökologisches Konzept als Grundlage für eine umfassende Revitalisierung des Alpenrheins. Teil 3, Leitbild und Maßnahmenkonzept. Studie im Auftrag von: Amt für Umweltschutz, Liechtenstein; Jagd- und Fischereinspektorat, Graubünden; Jagd- und Fischereiverwaltung, St. Gallen; Amt der Vorarlberger Landesregierung.
- [1d] HAIDVOGL, G. & J. EBERSTALLER (1997): Fischökologisches Konzept als Grundlage für eine umfassende Revitalisierung des Alpenrheins. Teil 2, Analyse der historischen Verhältnisse. - Studie im Auftrag von: Amt für Umweltschutz, Liechtenstein; Jagd- und Fischereinspektorat, Graubünden; Jagd- und Fischereiverwaltung, St. Gallen, Amt der Vorarlberger Landesregierung.
- [2] REY, P. (2004): Ökologische Aspekte der Gewässerentwicklung: Alpenrhinzuflüsse und Bäche im Rheintal. Handbuch der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA). 147 S. Vaduz.
- [3] NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT IN ZÜRICH (HRSG.); KLÖTZLI, F., CAPAUL, U., HILFIKER, H. MÜLLER, J.-P., SCHLÄFLI, A., BÜRGIN, T. & DIV. AUTOREN (2006): Der Rhein – Lebensader einer Region. 456 S. Alpnach.
- [4a] INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (1991): Ökologisches Gesamtkonzept für den Rhein. – Bericht Nr. 24, Text: A. Schulte-Wülwer-Leidig, Farbbroschüre. 23 S. Koblenz.
- [4b] INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (1998): Bestandsaufnahme der ökologisch wertvollen Gebiete am Rhein und erste Schritte auf dem Weg zum Biotopverbund – Bericht Nr. 94. 71 S. Koblenz.
- [4c] INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2001): Rhein-Ministerkonferenz – Programm zur nachhaltigen Entwicklung des Rheins - Bericht Nr. 116, 28 S. Koblenz.
- [4d] INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2004): Rhein & Lachs 2020: Programm für Wanderfische im Rheinsystem. Koblenz. 31 S.

- [5] Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG): [http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814\\_20.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_20.html). Hierzu: Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV): [http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814\\_201.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_201.html)
- [7] EUROPÄISCHE KOMMISSION [2000]: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik [Amtsblatt L 327 vom 22.12.2000].
- [8] BUWAL, 1998: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27
- [9] BUWAL (BAFU), (in Vorbereitung): Äusserer Aspekt Stufe F (flächendeckend). Entwurf
- [10] BUWAL (BAFU), (in Vorbereitung): Makrozoobenthos Stufe F (flächendeckend). Entwurf
- [11] BUWAL (BAFU), (in Vorbereitung): Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Entwurf
- [12] BUWAL, 2004: Fische Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44
- [13] SCHMUTZ, S., KAUFMANN, M., VOGEL, B., JUNGWIRTH, M. (2000): Methodische Grundlagen und Beispiele für die Bewertung der fischökologischen Funktionsfähigkeit österreichischer Fliessgewässer. Wasserwirtschaftskataster, BMLF, 210 S.
- [14] JUNGWIRTH, M., MOOG, O., SCHMUTZ, S. (1990): Umweltverträglichkeitsbericht - Rheinkraftwerke, Fachgutachten C11, Fischerei und Gewässerökologie, BOKU Wien, Auftrag: Studiumkonsortium Rheinkraftwerke; Wien.
- [15a] EBERSTALLER J. & P. PINKA (2001): Trübung und Schwall Alpenrhein – Einfluss auf Substrat, Benthos, Fische – Teilbericht Fischökologie, im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.
- [15b] ARGE Trübung Alpenrhein (2001): Trübung und Schwall im Alpenrhein. - Synthesebericht, Fachberichte und Literaturstudie im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. Total ca. 50 S. Beilagen.
- [16] AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG (Hrsg.) [2005]: Flussgebietseinheit Rhein; Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/ Bodensee. – Bericht zur Bestandsaufnahme in Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der EU.
- [17] INTERNATIONALE GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE (IGKB) [2004]: Der Bodensee. Zustand-Fakten-Perspektiven. - Bearbeitung. : U. MÜRLE, J. ORTLEPP, P. REY; [Bregenz, Umweltinstitut Vorarlberg] 177 S.

- [18] SCHMUTZ, S., G. ZAUNER, J. EBERSTALLER & M. JUNGWIRTH (2001): Die „Streifenbefischungsmethode“: Eine Methode zur Quantifizierung von Fischbeständen mittelgrosser Fließgewässer, Österreichs Fischerei
- [19] HAUNSCHMIDT R., WOFRAM G., SPINDLER T., HONSIG-ERLENBURG W., WIMMER R., JAGSCH A., KAINZ E., HEHENWARTNER K., WAGNER B., KONECNY R., RIEDMÜLLER R., IBEL G., SASANO B. & N. SCHOTZKO (2006): Erstellung einer fischbasierten Typologie österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäss EU-Wasserrahmenrichtlinie. Schriftenreihe des BAW Band 23, Wien
- [20] Fischökologische Bestandsaufnahme Alpenrhein 2005 (in Vorbereitung)
- [21] BUNDESMINISTERIUM F. LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2006): Leitfaden für die Erhebung der biologischen Qualitätselemente.
- [22] Arbeitskreis Fischökologie - Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (2006): Methodikhandbuch - Fischbestandsaufnahmen in Fließgewässern
- [23] BMLFUW (2006): Arbeitsanweisung Fließgewässer - A2-01a. Qualitätselement Makrozoobenthos; [www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at). ; Arbeitsanweisung des BMLFUW/Abt. VII/1
- [24] SCHMID, H., R. LUDER, B. NAEF-DAENZER, R. GRAF u. N. ZBINDEN (1998): Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993-1996. Schweiz. Vogelwarte, Sempach.
- [25] BMLFUW (2006): Arbeitsanweisung Fließgewässer - A3-01a. Qualitätselement Phytobenthos; [www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at).; Arbeitsanweisung des BMLFUW/Abt. VII/1

## Anhang: Methodische Vorgaben

### A.1 Fischbesiedlung

#### A.1.1 Erfassung

Es muss berücksichtigt werden, dass Befischungen von Fließgewässern der Grössenordnung des Alpenrheins methodisch sehr aufwändig sind. Zur quantitativen Erfassung des Fischbestandes werden daher verschiedene Befischungsmethoden bzw. unterschiedliche Ausrüstungen kombiniert eingesetzt. Die Bestandsaufnahmen erfolgen generell mittels Elektrobefischungen mit unterschiedlichen Elektrofischfangbooten (rheinabwärts), an manchen Stellen auch mit langen Anoden-Stangen vom Ufer aus. [15, 22]. Aufgrund der Grösse des Alpenrheins kann der gesamte Flussquerschnitt nicht mehr simultan erfasst werden. Mit den Elektrofischfangbooten werden bei den einzelnen Probennahmen lediglich Teile des Flussquerschnitts, sogenannte „Streifen“ erfasst. Jede vorkommende Flussstruktur (Lebensraumtyp) wird durch mehrere Befischungstreifen erfasst. Die für den Alpenrhein geeignete Befischungsmethodik wird im Bericht über die Fischökologischen Bestandsaufnahme Alpenrhein 2005 [20] genauer erläutert.

Die gefangenen Fische werden nach Artzugehörigkeit bestimmt, vermessen, allfällige Deformationen oder Anomalien festgehalten [12] und wieder rückversetzt. Zusammen genommen geben diese Daten Aufschluss über die Artenzusammensetzung, die Altersverteilung und die Fortpflanzungsfähigkeit der Fischpopulationen [12, 19].

#### A.1.2 Auswertung und Beurteilung

Im ersten Schritt wird für jeden Lebensraumtyp der mittlere Bestand jeder Fischart ermittelt. Im Anschluss wird auf Basis der Habitatbilanzierung entsprechend dem Flächenanteil jedes Lebensraumtyps der mittlere Fischbestand für den Flussabschnitt berechnet. Zusätzlich werden Artenspektrum, Artenverteilung und Populationsaufbau der Hauptfischarten für jeden Lebensraumtyp und Flussabschnitt angegeben [18, 19, 22].

Die Beurteilung der Abfischergebnisse erfolgt anhand der Abweichung vom gewässertypischen Fischbestand entsprechend der natürlichen Gewässercharakteristik (Leitbild). Die Bewertung des fischökologischen Zustands unterscheidet sich zwischen Vorarlberg/FL und Schweiz etwas. Bei beiden Methoden fliessen jedoch folgende Parameter in die Beurteilung mit ein [12,19]:

- Fischregion und potenzielles Artenspektrum
- aktuelles Vorkommen bzw. Fehlen der Haupt(Leit-)fischarten bzw. der sonstigen typischen Arten
- Populationsaufbau der Haupt(Leit)fischarten bzw. der sonstigen typischen Arten
- Anteil der einzelnen Fischarten am Gesamtbestand
- Fischbiomasse
- Deformationen und Anomalien



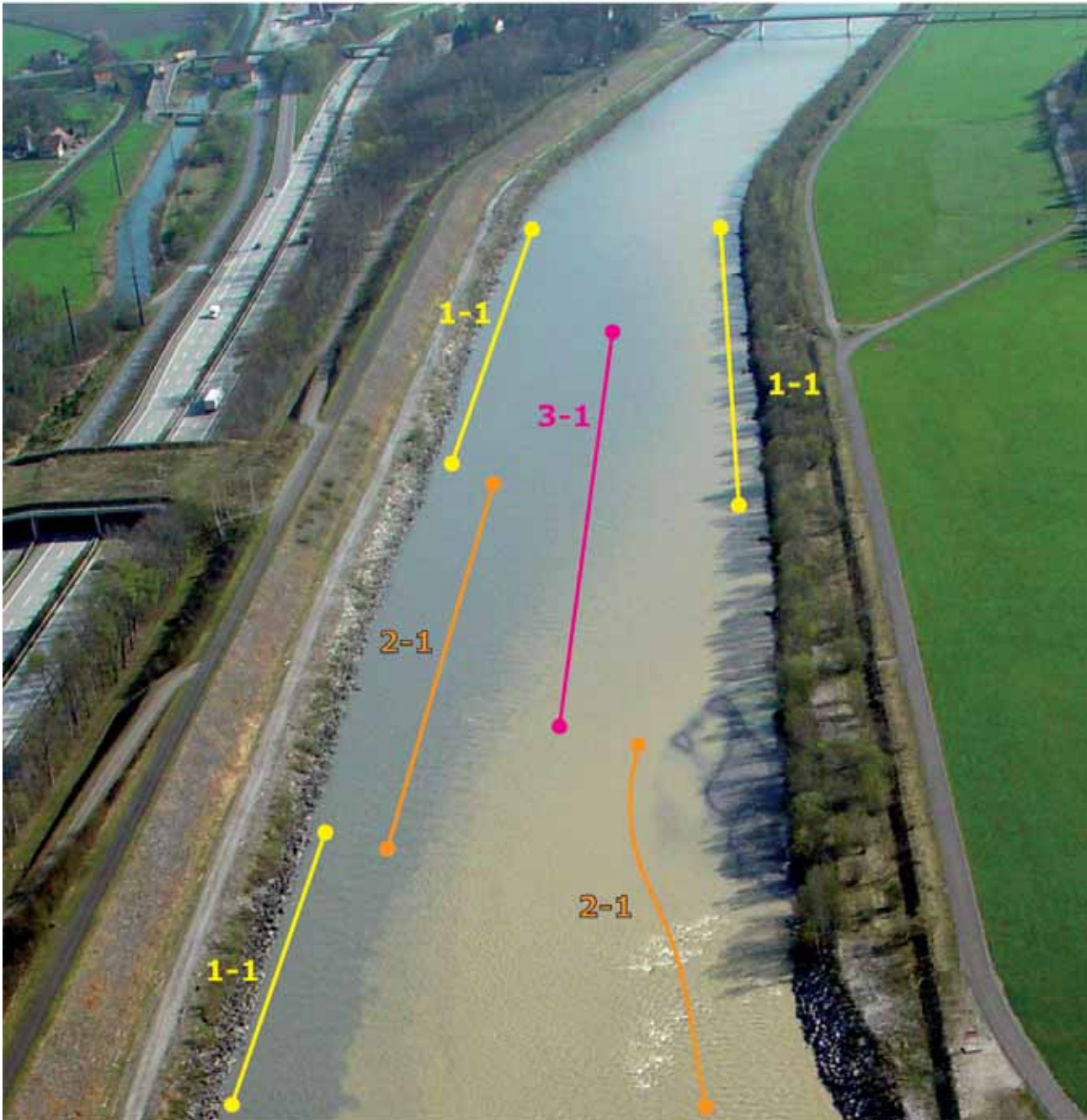
Kontrollen der Reproduktion (Laichgrubenkartierungen, Exposition von VIBERT-Boxen etc.) werden im Rahmen von Sonder-Monitorings durchgeführt.

Tab. A.1: Methoden zur Elektrobefischung des Alpenrheins.

Fachbereich, Indikator	Erfassungsniveau	Basis-Methodik
<p><b>Fischbesiedlung</b></p> <p>Indikatoren für die hydromorphologische Ausformung des Untersuchungsabschnittes und die Durchgängigkeit des Gewässersystems.</p>	<p><b>Kompartimente:</b> Elektrobefischung aller vorkommenden Lebensraumtypen. Streifenbefischung gemäss Methodikhandbuch gemäss WRG 2003 bzw. Modulstufenkonzept Fische: Stufe F. Auswertung: Artenspektrum, Artenverteilung und Fischbestand sowie Populationsaufbau der Hauptfischarten.</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> alle 6 Jahre</p> <p><b>Probestellen:</b> 7 Bereiche im Alpenrhein mündungsnaher Bereiche der 6 Bereiche in den grossen Zuflüssen.</p>	<p><b>A: Elektro-Bootsbefischung:</b> der Uferbereiche mit Polstange/Rechen, der ufernahen Bereiche und der Flussmitte mit Rechen, jeweils mehrere Streifen für jeden Lebensraumtyp [20] flächenbezogene Berechnung des mittleren Fischbestandes jedes Lebensraumtyps. Ermittlung des mittleren Gesamtbestand entsprechend dem Flächenanteil der einzelnen Lebensraumtypen im Abschnitt.</p> <p><b>B. Bewertung des fischökologischen Zustandes</b> gemäß den jeweiligen methodischen Vorgaben: Modulstufenkonzept Fische F, Umsetzungsmonitoring Stufe S (CH), Methode FIA (V und FL).</p>
		<p><b>Ergänzende Methodik</b></p> <p><b>C: Untersuchung der Reproduktionsbedingungen</b> z.B. Bach- und Seeforelle mittels mod. Vibert-Boxen [15].</p> <p><b>D: Entwicklung des Fischlarven-/Jungfischbestandes</b> mittels regelmäßiger Befischung vom Schlüpfen bis Spätherbst.</p>
		
<p>Elektrobefischung mit dem Boot</p>		<p>Untersuchung des Fischlarven-/Jungfischbestandes. Oben rechts: VIBERT-Box zum <i>in-situ</i>-Erbrüten von Fischeiern.</p>

## Streifenbefischungsmethode

Laufotyp: ständig wasserbenetztes Trapezprofil (mit lokalen Sonderstrukturen)



### 1. Ufernahe Bereiche

1.1 Ufer Blockwurf

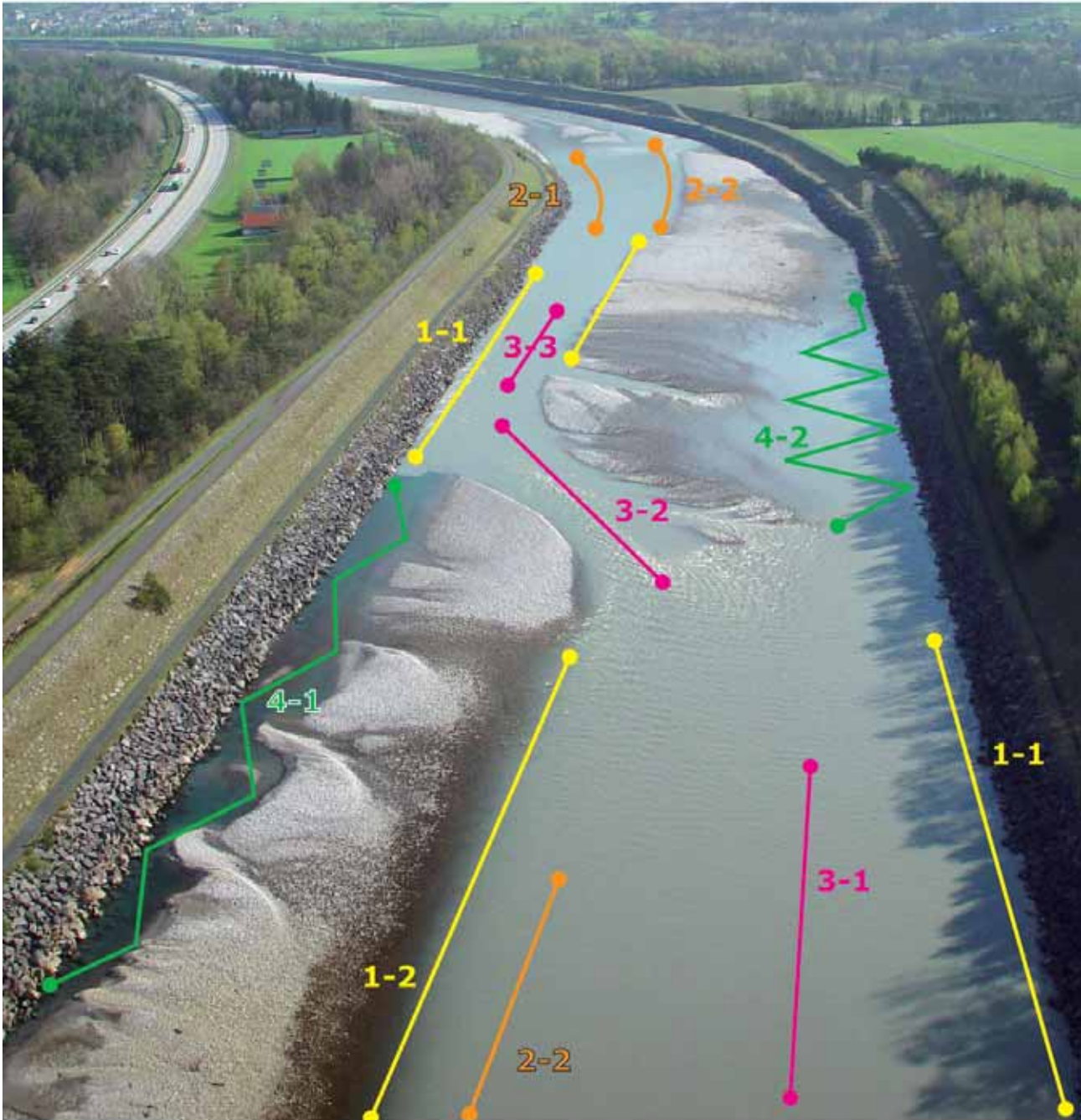
### 3. Flussmitte

3.1 Flussmitte

### 2. Versetztes Ufer gegen Mitte

2.1 Versetztes Ufer Blockwurf

**Streifenbefischungsmethode**  
**Lauftyp: Alternierende Kiesbänke**



**1. Ufernahe Bereiche**

- 1.1 Ufer Blockwurf
- 1.2 Ufer Kiesbank

**3. Flussmitte**

- 3.1 Flussmitte, Rinner
- 3.2 Furt, Riffel
- 3.3 Flussmitte, Kolk

**4. Hinterwasserstrukturen**

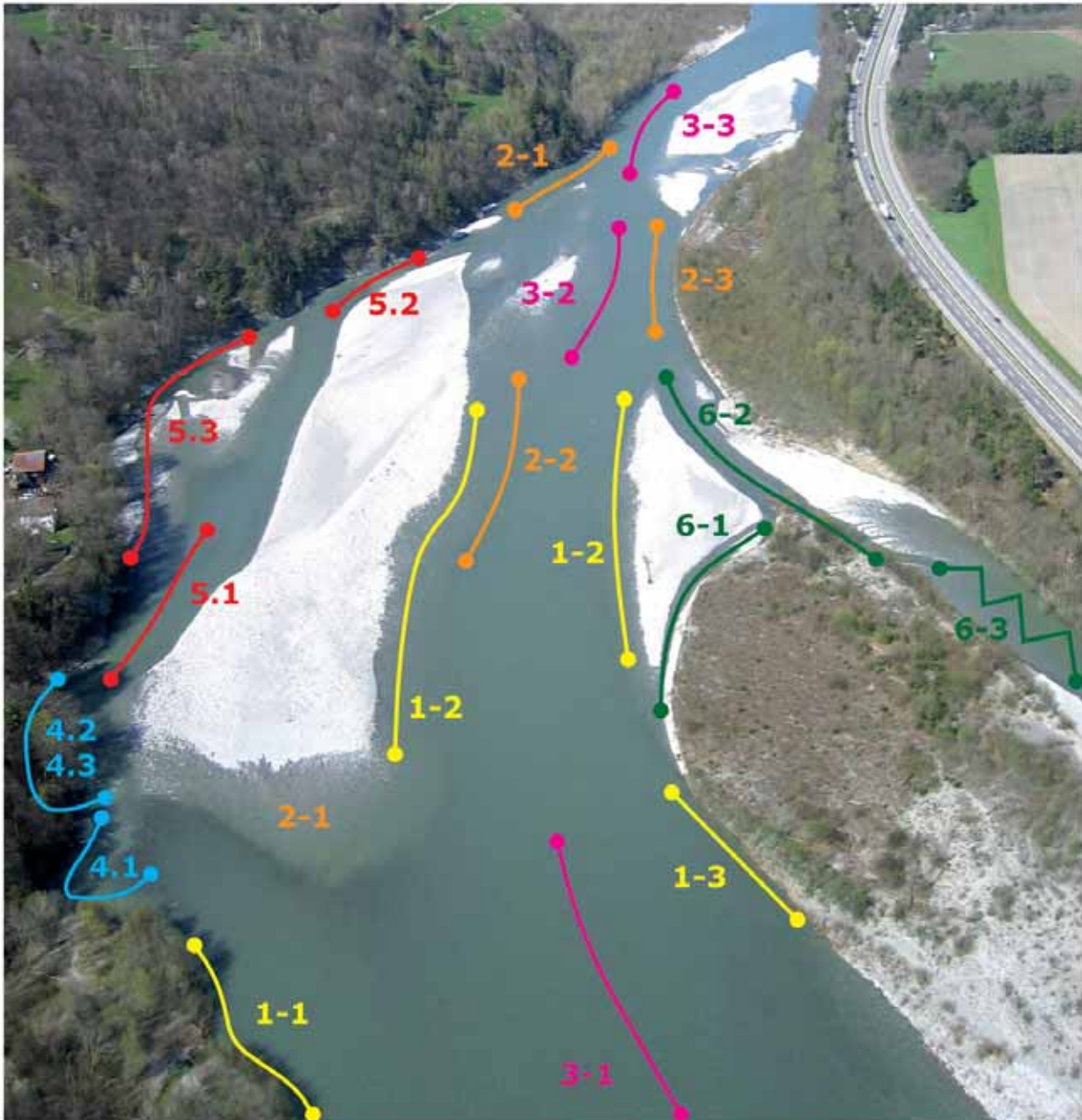
- 4.1 Hinterwasser, Bucht
- 4.2 Vorderwasser, Kiesbank

**2. Versetztes Ufer gegen Mitte**

- 2.1 versetztes Ufer Blockwurf
- 2.2 versetztes Ufer Kiesbank

## Streifenbefischungsmethode

Lauftyp: naturnaher Furkationsbereich (mit Auenkompartimenten)



### 1. Ufernahe Bereiche

- 1.1 Prallufer Totholz
- 1.2 Ufer Kiesbank
- 1.3 gerades Ufer, bewachsen

### 4. Bucht

- 4.1 Mündungsökoton
- 4.2 Bucht
- 4.3 Totholz, Bucht

### 5. Seitenarm

- 5.1 Rinne, Seitenarm
- 5.2 Furt/Riffel, Seitenarm
- 5.3 Ufer, Seitenarm

### 2. Versetztes Ufer gegen Mitte

- 2.1 versetztes Prallufer Totholz
- 2.2 versetztes Ufer Kiesbank
- 2.3 versetztes, gerades Ufer, bewachsen

### 3 Flussmitte

- 3.1 Flussmitte, Rinne
- 3.2 Furt, Riffel
- 3.3 Flussmitte, mitteltief

### 6. Periodisch durchfluteter Seitenarm

- 6.1 seichter Bereich
- 6.2 tiefer Bereich
- 6.3 Hinterwasser

## A.2 Benthosbesiedlung - Makrozoobenthos

### A.2.1 Erfassung

Makrozoobenthosproben im primären Projektgebiet sollten als Multi-Habitat-Samplings genommen werden. Dabei werden die in einem zuvor bestimmten Untersuchungsabschnitt dominierenden Choriotope (unterscheidbare Klein-Habitate) entsprechend ihres Flächenanteils beprobt. Maximal werden 5 Mischproben aus dem linken und rechten ufernahen Bereich sowie von der tieferen Sohle entnommen. Eine Mischprobe wird aus maximal 5 Teilproben (z.B. dominante Habitate im Verhältnis 2:1 ergibt 3 Teilproben) zu je ca. 0,1 m<sup>2</sup> zusammengestellt. Die Besiedlung anderer vorhandener Habitate wird in Sonderproben qualitativ erfasst. Die in Österreich angewandte MHS-Methodik zur Beurteilung des ökologischen Zustandes [23] ist trotz gewisser Unterschiede als gleichwertig anzusehen und alternativ einsetzbar.

Auf Grund der unterschiedlichen Gerinneausprägung repräsentieren ufernah genommene Proben immer nur einen mehr oder weniger grossen Teil des Flussquerschnitts. Für die Probenahme auf der tieferen Flusssohle muss entweder ein Taucher, ein Greifer oder ein Air-Lift eingesetzt werden. Methodische Ansätze, die ein Multi-Habitat-Sampling ergänzen könnten (z.B. die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen mit Kunstsubstrat und/oder Substratkörben) oder zur besseren Artenkenntnis im Alpenrhein beitragen können, sollten bei der Planung der ersten Probenahmekampagne noch einmal diskutiert werden.


### A.2.2 Auswertung und Beurteilung

Die Auswertung der Makrozoobenthosproben erfordert einen verhältnismässig hohen Aufwand. Die Tiere können nur zu einem kleinen Teil bereits vor Ort aussortiert werden und müssen – aus mit Substratresten zusammen fixierten Proben - im Labor weiter ausgelesen werden. Im Gegensatz zu den Fischen ist die Bestimmung der Taxa sehr aufwändig. Es muss ein Bestimmungsniveau vorgegeben werden, das einen optimalen Informationsgewinn/Indikatorwert durch die Beprobung erlaubt.

Generell sollte der Aufwand für die erste Erhebungskampagne noch etwas flexibler angesetzt werden als für die darauf folgenden Untersuchungen.

Die in Vorarlberg angewandte MHS-Methodik geht zwar von 20 Teilproben aus, die auf die vorhandenen Choriotope verteilt werden; für den Alpenrhein werden 10 Teilproben jedoch als ausreichend erachtet - die Information über seltenere Habitate würde dabei mehr gewichtet werden. Entscheidend ist, dass unabhängig von der morphologischen Ausprägung der Probestelle die Anzahl der Proben pro Stelle gleich gross ist. Beim Multihabitat-Sampling (folgende Seiten) werden sodann dominierende Substrate mit entsprechend mehr Teilproben vertreten sein.

Tab. A.2: Methoden zur Erfassung der Benthosbesiedlung mit wirbellosen Kleinlebewesen.

Fachbereich, Indikator	Erfassungsniveau	Basis-Methodik
<p><b>Makrozoobenthos, bodenlebende Kleinlebewesen</b></p> <p>Indikatoren für Saprobie, Trophie sowie hydromorphologische Ausprägung des Untersuchungsabschnitts.</p> 	<p><b>Kompartimente:</b> Multihabitatsampling ufernah und tiefe Sohle; Erfassung der dominanten Mesohabitate. Methode AQEM modifiziert.</p> <p><b>Auswertung:</b> Erfassung, Bestimmung und Auswertung auf international koordiniertem Niveau.</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> alle 6 Jahre zumindest 1 Kampagne.</p> <p><b>Probstellen</b> (repräsentativ): 4 Stellen im Rhein, 4 Stellen in ausgewählten Zuflüssen.</p>	<p><b>A):</b> Ufernahe Probenahme: flächenbezogen, kombinierte Proben durch Kicksampling, Ablesen von Steinen, Surbe-Sampler. Proben der verschiedenen Mesohabitate und Sonderproben <b>getrennt</b> erfassen und Auswerten. Für die biologische Charakterisierung als <b>Mischproben</b> interpretieren.</p> <p><b>Ergänzende Methodik</b></p> <p><b>B):</b> Uferferne Probenahme und Probenahme auf der tiefen Sohle: Ufergestützter Tauchereinsatz mit Surber; Airlift (Vorarlberg).</p> <p><b>C):</b> Qualitative Aufnahme des Artenbestands entlang des Alpenrheins (zoogeografische Hintergrundinformation).</p>
 <p>Ufernahe Probenahme, Kicksampling.</p>	 <p>Uferferne Probenahme und Probenahme auf der tiefen Sohle</p>	

### A.3 Benthosbesiedlung - Algenaufwuchs

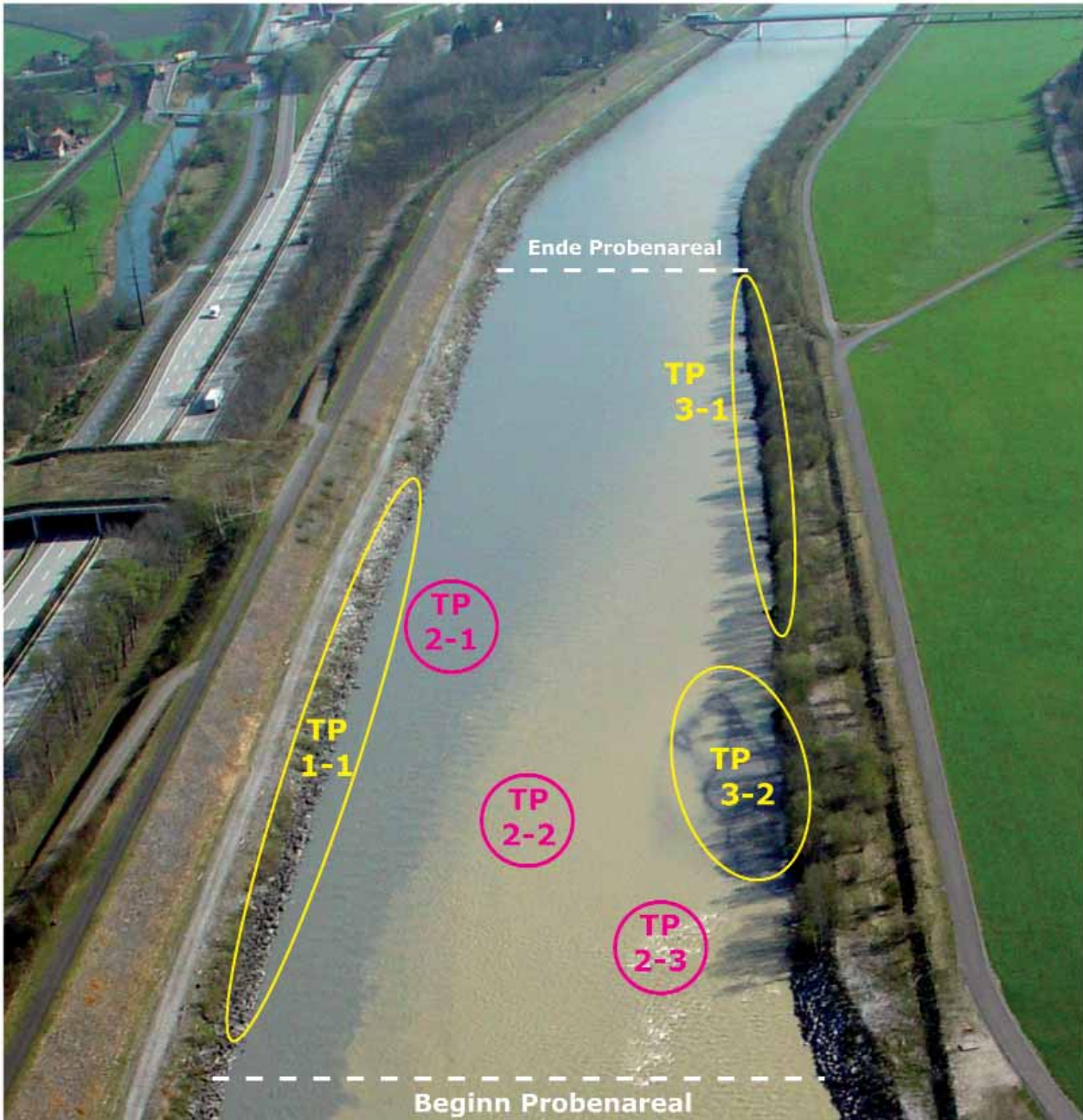
Die Entscheidung darüber, wie detailliert die Untersuchung des Phytobenthos durchgeführt werden muss (Basis-Methodik oder ergänzende Methodik) konnte vor dem Hintergrund der bisherigen Datenlage noch nicht getroffen werden. Auch wenn der Fachbereich nur im Rahmen des Äusseren Aspekts (Ortsbefundes) beurteilt wird, sollten flächenbezogene Aufwuchsproben für eine allfällige Diatomeen-Analyse gesichert werden. Die in Österreich angewandte Methode für die ökologische Bewertung der Fliessgewässer anhand des Phytobenthos ist auch als geeignet anzusehen [25].

Tab. A.3: Methoden zur Erfassung des benthischen Aufwuchses.

Fachbereich, Indikator	Erfassungsniveau	Basis-Methodik	
<p><b>Aufwuchsalgen, Fadenalgen</b></p> <p>Indikatoren für Saprobie, Trophie sowie hydromorphologische Ausprägung des Untersuchungsabschnitts.</p>	<p><b>Kompartimente:</b> Sohlenbereiche mit dem stärksten Aufwuchs</p> <p><b>Auswertung:</b> Erfassung, Bestimmung und Auswertung auf dem Niveau der Beschreibung des <b>Äusseren Aspekts</b>.</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> alle 6 Jahre an mindesten 1 Kampagne zusammen mit Makrozoobenthos</p> <p><b>Probstellen</b> (repräsentativ): 4 Stellen im Rhein, 4 Stellen in ausgewählten Zuflüssen, entsprechend Makrozoobenthos</p>	<p><b>A): Äusserer Aspekt:</b> Qualitative Beschreibung des Algenaufwuchses, Angabe der prozentualen Bedeckung; Unterscheidung in krustige und fädige Kieselalgen, fädige Grünalgen, Schlauchalgen etc.</p>	
		<th data-bbox="813 1124 1437 1198">Ergänzende Methodik</th>	Ergänzende Methodik
<p>Algenfäden</p>  <p>Stufe 1 = &lt;10% der Gewässersohle bedeckt; Stufe 2 = 10 – 50%; Stufe 3 = &gt; 50%. Nach THOMAS &amp; SCHANZ 1976, vereinfacht.</p>			
<p>Makrooptische Aufnahme des pflanzlichen Aufwuchses</p>		<p>Flächenbezogene Aufwuchsprobe für die Diatomeen-Analyse</p>	

## Multihabitatsampling

Laufotyp: ständig wasserbenetztes Trapezprofil (mit lokalen Sonderstrukturen)



Probe 1  
ufernah links

Teilproben der Probe 1:  
TP 1-1: angeströmtes,  
gleichförmiges Ufer

Probe 2  
Hauptsohle

Teilproben der Probe 2:  
TP 2-1: tiefe Sohle links  
TP 2-2: tiefe Sohle Mitte  
TP 2-3: tiefe Sohle rechts

wenn keine Unterschiede:  
nur 1 Sammelprobe  
tiefe Sohle

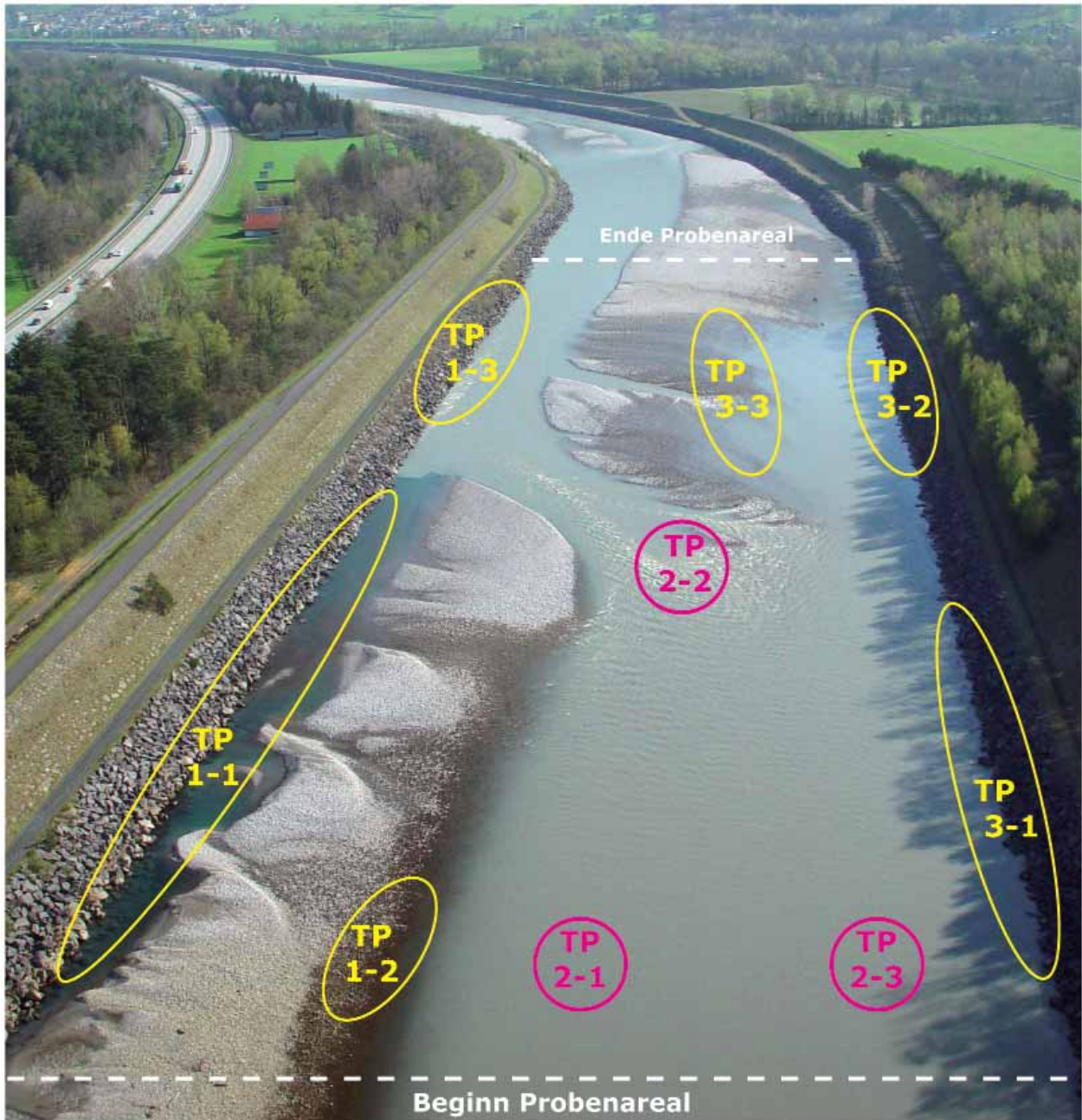
Probe 3  
ufernah rechts

Teilproben der Probe 3:  
TP 3-1: angeströmtes,  
gleichförmiges Ufer  
TP 3-2: ufernahe Sonder-  
strukturen

wenn keine Unterschiede:  
nur 1 Sammelprobe  
angeströmtes,  
gleichförmiges Ufer



Multihabitatsampling  
 Lauftyp: Alternierende Kiesbänke



Probe 1  
 ufernah links

Probe 2  
 Hauptsohle

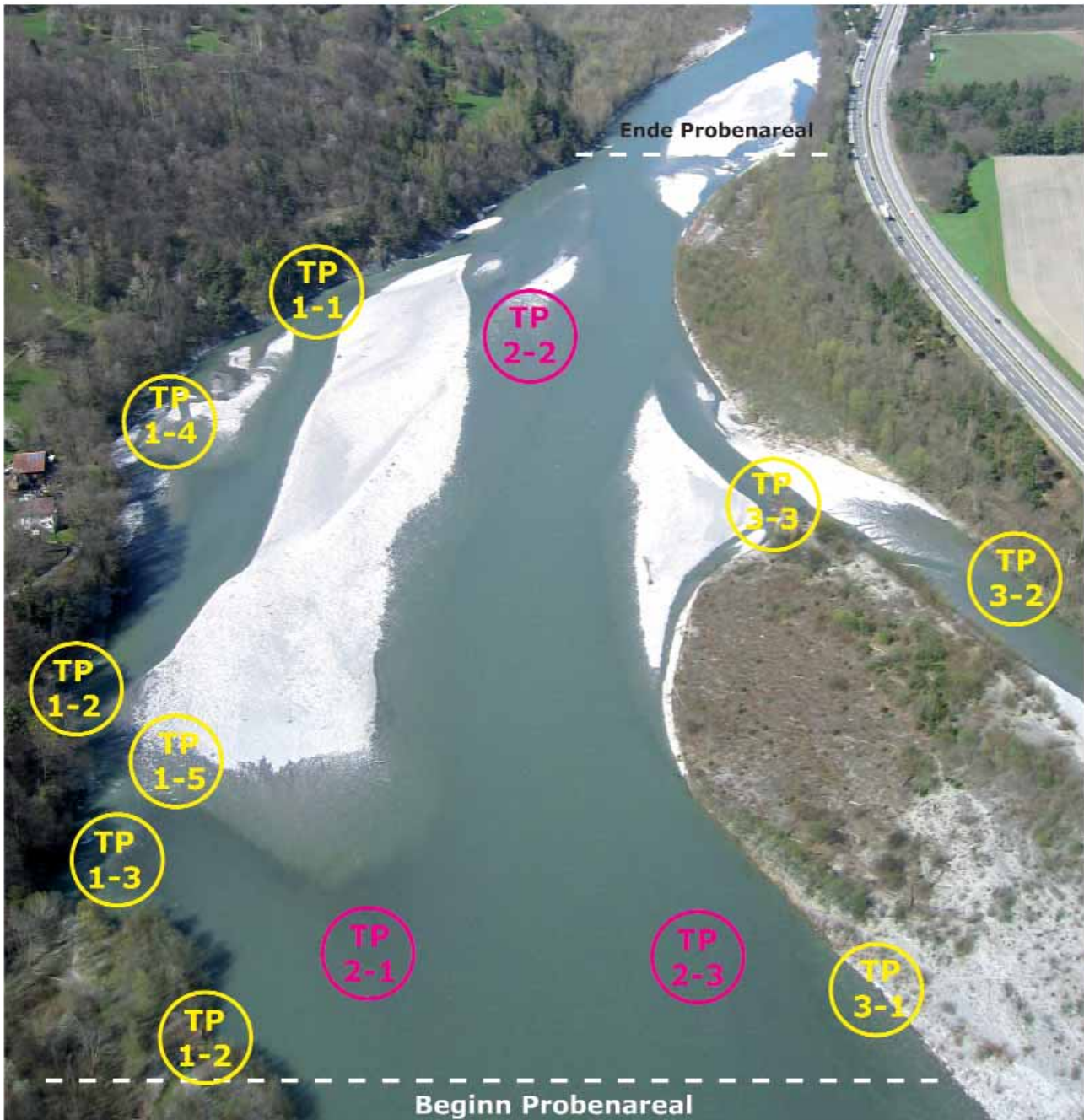
Probe 3  
 ufernah rechts

Teilproben der Probe 1:  
 TP 1-1: Hinterwasserbereich  
 (hier mit Grundwasserexfiltration)  
 TP 1-2: Kiesbankrand innen  
 TP 1-3: angeströmtes Ufer

Teilproben der Probe 2:  
 TP 2-1: flache Sohle  
 TP 2-2: Riffel  
 TP 2-3: tiefe Sohle

Teilproben der Probe 3:  
 TP 3-1: angeströmtes Ufer  
 TP 3-2: Vorderwasserbereich  
 TP 3-3: Kiesbankrand aussen

Multihabitatsampling  
 Lauftyp: naturnaher Furkationsbereich (mit Auenkompartimenten)



Probe 1  
ufernah links

Teilproben der Probe 1:  
 TP 1-1: angeströmtes Ufer  
 TP 1-2: tieferes Altwasser  
 TP 1-3: Mündungsökotone  
 TP 1-4: ufernahe Riffel  
 TP 1-5: Kiesbankränder

Probe 2  
Hauptsohle

Teilproben der Probe 2:  
 TP 2-1: tiefe Sohle links  
 TP 2-2: tiefe Sohle Riffel  
 TP 2-3: tiefe Sohle rechts

Probe 3  
ufernah rechts


Teilproben der Probe 3:  
 TP 3-1: angeströmtes Ufer  
 TP 3-2: Seitengerinne  
 TP 3-3: ufernahe Sonderstrukturen

## A.4 Äusserer Aspekt – Ortsbefund

Die Indikatoren des Äusseren Aspekts werden im Rahmen des Multi-Habitat-Samplings erhoben.

### A.4.1 Strömungscharakteristik

Tab. A.4-1: Methoden zur Erfassung der Strömungscharakteristik.

Fachbereich, Indikator	Erfassungsniveau	Basis-Methodik
<p><b>Strömungscharakteristik</b> Indikator strukturelle Vielfalt im Gerinne.</p> 	<p><b>Äusserer Aspekt</b> der dominierenden und besonderen Strömungscharakteristika und Gefällesituation. Charakterisierung potenzieller Habitatflächen</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> alle 6 Jahre an mindesten 1 Kampagne zusammen mit Makrozoobenthos</p> <p><b>Probstellen</b> (repräsentativ): 4 Stellen im Rhein, 4 Stellen in ausgewählten Zuflüssen, entsprechend Makrozoobenthos</p>	<p><b>A)</b> Feldprotokoll mit qualitativer Beschreibung <b>B)</b> Fotodokumentation <b>C)</b> Abschätzung der Fliessgeschwindigkeiten und Fliessrichtungen (Driftkörper).</p> <p><b>Ergänzende Methodik</b></p> <p><b>D)</b> Messung der Fliessgeschwindigkeiten mittels Messflügel (horizontal und vertikal). <b>E)</b> Charakterisierung des Strömungsprofils und Habitatflächenanalyse.</p>

### A.4.2 Heterotropher Bewuchs – Pilze Bakterien - Protozoen

Der heterotrophe Bewuchs umfasst Pilze, Bakterien und Protozoen. Er ist ein Indikator für hohe organische Belastung (v.a. durch gereinigtes und ungereinigtes Abwasser, Siloabwässer und Gülleabschwemmungen). Mit steigender Abwasserbelastung nimmt die Dichte des heterotrophen Bewuchses zu. Bakterien und Pilze bilden bei Massenaufreten graue, pelzige oder glatte Überzüge. Die Protozoen (Einzeller) ernähren sich von Bakterien und Detritus. Durch ein übermässiges Nahrungsangebot vermehren sie sich derart, dass sie von blossen Auge als weissliche Beläge sichtbar werden. Das Vorkommen von heterotrophem Bewuchs kann in seltenen Fällen auch natürliche Verhältnisse widerspiegeln, beispielsweise bei organischer Belastung durch Laubfall im Herbst [9].




#### Untersuchungsmethodik

Untersuchung der Ober- und Unterseite von Steinen mit blossen Auge. Liegt ein Befund vor und um falschen Befunden vorzubeugen werden Proben zur weiteren Analyse (mikroskopische Überprüfung) gesichert.

### A.4.3 Eisensulfid

Beim Abbau der organischen Verbindungen bei fortgeschrittener Sauerstoff-Zehrung wird Sulfat reduziert. Der dabei entstehende giftige Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) rea-

Tab. A.4-2: Methoden zur Erfassung von anderen Indikatoren des Äusseren Aspekts.

Äusserer Aspekt, Indikator	Erfassungsniveau	Methodik	
<p><b>Eisensulfid, Faulschlamm</b></p> <p>Indikator für reduktive Prozesse am Gewässergrund. Sauerstoffzehrung durch Abbau grösserer Mengen organischen Materials. Indikator für höhere natürliche oder anthropogene Belastung mit partikulärem organischen Material (POM)</p>	<p><b>A)</b> Feldprotokoll mit qualitativer Beschreibung in mindestens 3 Qualitätsstufen</p> <p><b>B)</b> Fotodokumentation</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> alle 6 Jahre an mindestens 1 Kampagne zusammen mit Makrozoobenthos</p> <p><b>Probestellen:</b> 4 Stellen im Rhein, 4 Stellen in ausgewählten Zuflüssen, entsprechend Makrozoobenthos</p>	Drehen grösserer (umlagerungsstabiler) Steine/Blöcke im Ufernahen Bereich	Drehen grösserer (umlagerungsstabiler) Steine/Blöcke im Ufernahen Bereich
<p><b>Schaumbildung</b> (konsistent)</p> <p>Indikator für Gewässerbelastung durch Detergenzien, aber auch durch Abbau organischen Materials. Natürliches Phänomen bei hohem Makrophyten- und Planktonaufkommen</p>	<p><b>A)</b> Feldprotokoll mit qualitativer Beschreibung in mindestens 3 Qualitätsstufen</p> <p><b>B)</b> Fotodokumentation</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> wie Makrozoobenthos</p> <p><b>Probestellen:</b> wie Makrozoobenthos</p>	<p>Optische Begutachtung, evtl. Ursachensuche (natürliche Ursachen wie <i>Ranunculus fluitans</i> etc.; anthr. Ursachen wie Gülle, Rohabwasser, Einleitungen etc.</p> <p>evtl. Probensicherung und chem. Analyse</p>	
<p><b>Trübung</b></p> <p>Indikator für Schwebstoffe im Wasser</p>	<p><b>A)</b> Feldprotokoll mit qualitativer Beschreibung in mindestens 3 Qualitätsstufen</p> <p><b>B)</b> Fotodokumentation</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> wie Makrozoobenthos</p> <p><b>Probestellen:</b> wie Makrozoobenthos</p>	<p>Optische Begutachtung</p> <p>evtl. Probensicherung</p> <p>Bei auffälligem Schwebstoffeintrag bestimmung des Absetzvolumens nach IMHOFF oder Analysen</p>	
<p><b>Färbung, Verfärbung</b></p> <p>Indikator für gelöste organische und/oder anorganische Stoffe teils natürlichen, teils anthropogenen Ursprungs</p>	<p><b>A)</b> Feldprotokoll mit qualitativer Beschreibung in mindestens 3 Qualitätsstufen</p> <p><b>B)</b> Fotodokumentation</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> wie Makrozoobenthos</p> <p><b>Probestellen:</b> wie Makrozoobenthos</p>	<p>Optische Begutachtung</p> <p>evtl. Probensicherung und chemische Analyse</p>	
<p><b>Geruch</b></p> <p>Indikator für organische und anorganische Belastungen im Gewässer oder im Gewässerumfeld</p>	<p>Protokollieren auffälliger Gerüche. Verbale Beschreibung der Geruchskategorie</p>	Organoleptische Begutachtung. Evtl. Ursachensuche	
<p><b>Kolmation</b></p> <p>Indikator für Verdichtungen/Verstopfungen der Sohlenzwischenräume. Hinweis auf periodischen Schwebstoffeintrag (Trübungen)</p>	<p><b>A)</b> Feldprotokoll mit qualitativer Beschreibung in mindestens 3 Qualitätsstufen</p> <p><b>B)</b> Fotodokumentation</p> <p><b>Monitoringfrequenz:</b> wie Makrozoobenthos</p> <p><b>Probestellen:</b> wie Makrozoobenthos</p>	Optische Begutachtung	

giert mit verschiedenen, eisenhaltigen Mineralien (unter O<sub>2</sub>-Ausschluss) zu schwarzem, unlöslichem Eisensulfid (FeS). Dieses lagert sich auf der Gewässersohle und unter den darauf liegenden Steinen als schwarzen Belag ab. Eisensulfid ist daher ein Indikator für starke Sauerstoffzehrung.

#### *Untersuchungsmethodik*

Untersuchung der Ober- und Unterseite von Steinen mit blossem Auge. Ggf. Organoleptische (geruchliche) Kontrolle (Geruch nach faulen Eiern).

#### **A.4.4 Verschlammung, Faulschlamm**

Eine Verschlammung der Gewässersohle wirkt sich negativ auf den Sauerstoffhaushalt im Fliessgewässer aus. Oft können deshalb zusammen mit einer Verschlammung auch Eisensulfidflecken beobachtet werden. Starke Schlammablagerungen können den Sauerstofftransport in die Sohle hemmen und so zu sauerstoffarmen und damit lebensfeindlichen Bedingungen führen.

#### *Untersuchungsmethodik*

Optische Analyse der Verschlammung (Menge Flächenbedeckung, mögliche Herkunft etc. Organoleptische (geruchliche) Begutachtung (Geruch nach faulen Eiern) nach Aufwühlen des Schlammes.

#### **A.4.5 Schaumbildung**

Eine Schaumbildung im Gewässer kann verschiedene, natürliche und anthropogene Ursachen haben. Es ist zu beachten, dass die gefundenen Schaumablagerungen durchaus die Verhältnisse weiter flussaufwärts der Untersuchungsstelle widerspiegeln können, was v.a. von den Strömungsverhältnissen abhängt. Schaum kann sich auch natürlicherweise bilden, wie beispielsweise durch organische Stoffe, die vor allem vom flutenden Hahnenfuss (*Ranunculus fluitans*) ausgeschieden werden, oder durch organische Stoffe, die beim Abbau von Laub und Algenaufwuchs gebildet werden. Anthropogene Quellen für die Schaumbildung sind Detergentien aus Waschmitteln, welche die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen und Stoffe aus Gülle, die durch Oberflächenabschwemmung oder Drainagen in die Bäche gelangen. [9].

Schaumbildung ist deshalb jeweils vor dem Hintergrund spezifischer Eigenarten des Gewässers zu beurteilen und benötigt bei Nachweis eine weitere Abklärung der Ursachen.

#### *Untersuchungsmethodik*

Optische Analyse, mögliche Abklärung der Ursachen im oberhalb liegenden Flussabschnitt. Organoleptische (geruchliche) Begutachtung (Geruch von Detergenzien und Gülle gut feststellbar).

#### **A.4.6 Trübung**

Eine Trübung wird durch Schwebstoffe im Wasser verursacht und ist – wie auch die Geschiebedynamik – eigentlich Inhalt hydromorphologischer Abklärungen. Die cha-

rakteristische Trübung und ggf. ihre Veränderung im Verlauf der Untersuchung sollte im Rahmen der Benthosbeprobung ebenfalls als Indikator des Äusseren Aspekts mitgeführt werden, um z.B. Besonderheiten des Untersuchungsgebietes oder des Schwall-Sunk-Regimes festzuhalten. Die Trübung in einem Fliessgewässer kann sowohl natürliche (z.B. Gletschermilch, hohe Planktondichte) als auch anthropogene (z.B. Abwasser, Remobilisierung von Sedimenten durch Wasserkraftwerk-Betrieb) Ursachen haben. Starke Trübung verändert in jedem Falle die Lichtverhältnisse für die Lebensgemeinschaften eines Fliessgewässers. Auch können die feinen Partikel zur Verstopfung der Gewässersohle und damit zur Vernichtung von wichtiger Interstitial-Lebensräume führen (vgl. Kolmation) [9] Trübung ist im Alpenrhein ein Indikator für anthropogene Aktivitäten im Fluss und im Einzugsgebiet (z.B. Schwall-Sunk-Betrieb, Kiesverarbeitung, Baggerungen) sowie für die Auswaschung von Feinsedimenten aus dem Einzugsgebiet (Bekanntestes Beispiel: Landquart).

#### *Untersuchungsmethodik*

Optisch: Mit einer farblosen Glasflasche (z.B. Laborflasche aus Duran-Glas) wird Wasser aus der fliessenden Welle geschöpft. Der Inhalt der Flasche wird gut geschüttelt und die Trübung visuell geschätzt [9].

Bei sehr starken Trübungen sollte das Absetzvolumen und der Trübungsverlauf mittels Messung im IMHOFF-Trichter festgehalten werden.

#### **A.4.7 Färbung, Verfärbung**

Die Farbe eines Gewässers wird sowohl von gelösten anorganischen und organischen Stoffen als auch von den im Wasser enthaltenen Partikeln bestimmt. Die Farbe des Wassers kann natürlich (Kalkkristalle: bläulich, organische Schwebstoffe, z.B. Plankton: gelbgrün, Huminstoffe: braun) oder anthropogen (partikuläre und organische gelöste Stoffe aus Abwasser) beeinflusst sein. Eine anthropogen bedingte Verfärbung des Wassers hat einerseits negative Auswirkungen auf das Lichtklima des Gewässers und andererseits können einzelne Farbstoffe toxisch für im Bach lebende Organismen sein. Zudem kann eine Verfärbung des Fliessgewässers rein optisch auf eine unerwünschte Abwassereinleitung hinweisen, die saniert werden muss [9].

#### *Untersuchungsmethodik*

Mit einer farblosen Glasflasche (z.B. Laborflasche aus Duran-Glas) wird Wasser aus der fliessenden Welle geschöpft. Der Inhalt der Flasche wird gut geschüttelt und die Verfärbung wird visuell gegen einen weissen Hintergrund (z.B. Papier) geschätzt. Ist eine Färbung erkennbar, wird vor Ort eine Filtration mit beispielsweise einem Faltenfilter durchgeführt, um zwischen gelösten und partikulären Stoffen als Ursache für die Verfärbung zu unterscheiden [9].

#### **A.4.8 Geruch**

Wasser ist ein natürlicherweise geruchloser Stoff. Bei Abwassereinleitungen, Gülleabschwemmungen oder auch bei einer hohen natürlichen organischen Belastung (z.B. Laubfall im Herbst) können unerwünschte faulige oder nach Abwasser und Gülle rie-

chende Gerüche wahrgenommen werden [9].

#### *Untersuchungsmethodik*

Zur Erhebung des Geruches von Wasser wird mit einer Glasflasche Wasser aus der fließenden Welle geschöpft, nahe an die Nase gehalten und daran gerochen. Es ist besonders darauf zu achten, dass nicht Gerüche aus der Luft versehentlich dem Wasser zugeordnet werden [9].

#### **A.4.9 Kolmation**

Unter Kolmation versteht man die Verstopfung der Hohlräume in der Gewässersohle - der Interstitialräume - durch feine Partikel bzw. Schwebstoffe, was sich in der Regel in einer Verfestigung der Sohle und einer verringerten Wasserdurchlässigkeit manifestiert. Kolmatisierte Gewässersohlen sind als Lebensraum für die Interstitialfauna, aber auch als potenzielles Laichsubstrat für kieslaichende Fischarten entwertet.

Kolmation reduziert darüber hinaus erheblich die Filterwirkung der Sohle und damit das Selbstreinigungspotenzial des Gewässers.

#### *Untersuchungsmethodik*

Eine differenzierte Beurteilung der Kolmation ist im Rahmen der Erhebung des Äusseren Aspekts nicht möglich. Mit einfachen Methoden (lösen von Steinen aus der Gewässersohle) kann nur Kolmation der obersten Sohlschicht diagnostiziert werden. Dennoch ist die qualitative Beschreibung der Kolmation ein wichtiges Indiz z.B. für die Auswirkungen des Schwall-Sunk-Regimes im Alpenrhein und einigen seiner Zuflüsse.

#### *Feststoffe, Abfälle, Verunreinigungen*

Bei Feststoffen entlang oder in Gewässern wird zwischen Abfällen aus der Siedlungsentwässerung (z.B. WC-Papier, Binden), welche bei Hochwasserentlastungen aus dem Kanalisationssystem in die Gewässer gelangen und anderen Abfällen (z.B. Verpackungen, leere Flaschen, Abfallsäcke, Düngersäcke) unterschieden. Mit der Erfassung dieses Parameters sollen Grundlagen für allfällige Verbesserungsvorschläge bezüglich z.B. Hochwasserentlastungen, Regenüberlaufbecken geschaffen werden. Abfälle jeglicher Art verunstalten das Landschaftsbild eines Gewässers und sollten entfernt werden [9].

## **A.5 Besiedlung mit Limikolen und anderen wasserabhängigen Vogelarten**

Von der Mastrilser Au, vom Rheinabschnitt zwischen Ellhorn und Oberriet sowie vom Gebiet der Rheinvorstreckung liegen aus früheren Jahren Brutvogelkartierungen der beiden Limikolenarten Flussuferläufer und Flussregenpfeifer vor. Die Aufnahmen sind eingermassen vergleichbar. Sie erfolgten mit der so genannten Revierkartierungsmethode. Zukünftige Aufnahmen sollen dementsprechend mit mindestens drei Begehungen während der Brutzeit (April-Juni/Juli) durchgeführt werden. Dabei werden

sämtliche Bruthinweise kartiert. Aufgrund dieser Kartierungen erfolgt die Ausscheidung von potenziellen Brutrevieren. Dies erlaubt die quantitative Erfassung des Brutvogelbestandes und die Angabe von Bestandesdichten. Parallel dazu können ohne Mehraufwand auch die Brutvorkommen anderer typischer Vogelarten der Fließgewässer (z.B. Wasseramsel) erfasst werden. In den übrigen Gewässerabschnitten innerhalb des potenziellen Lebensraumes (RHE 1 bis RHE 5 sowie RHE 7) sollen alle 20 Jahre mit einer flächendeckenden Aufnahme die Brutvorkommen an Limikolen erfasst werden. Dabei geht es primär darum, allfällige Brutvorkommen überhaupt nachweisen zu können. Die Aufnahmemethodik entspricht dem Vorgehen bei der Erarbeitung des Schweizerischen Brutvogelatlasses. Im Gegensatz zur Revierkartierung in den Kerngebieten werden in diesen Gebieten nur qualitative oder halbquantitative Aussagen zu den Brutbeständen angestrebt. Seltene Arten wie Flussuferläufer oder Flussregenpfeifer sollen aber möglichst genau erfasst werden. Mit diesen Aufnahmen geht es vor allem darum, bedeutende Veränderungen im Gesamtsystem erkennen und erfassen zu können. Ausserordentliche Witterungsbedingungen (zB extreme Hochwässer) können die Aufnahmeergebnisse stark beeinflussen und deren Aussagekraft schmälern. Gegebenenfalls kann es sinnvoll sein, die Aufnahmen im Folgejahr zu wiederholen.

## **A.6 Methodikhinweise für Umsetzungs-Monitoring, Massnahmentyp Aufweitungen**

### **A.6.1 Hydromorphologie (Hydrologie, Feststoffhaushalt, Morphologie)**

Selbstverständlich ist gerade bei Aufweitungen ein detailliertes Monitoring der Sohl- und Flussentwicklung und damit in Zusammenhang der Auswirkungen auf das Grundwasser bzw. die Abfuhrkapazität bei Hochwasser erforderlich (vgl. auch die Angaben im EKA). Diese Untersuchungen werden jedoch von den Fachbereichen Flussbau und Grundwasser im Detail wahrgenommen und daher hier nicht näher erläutert. Als rein ökologisch relevante Untersuchungen sind vor allem die Flächenausdehnung und Charakteristik der entstehenden Lebensraumtypen und ihre Entwicklung zu erfassen. Eine Abstimmung zwischen den betroffenen Fachbereichen ist anzustreben.

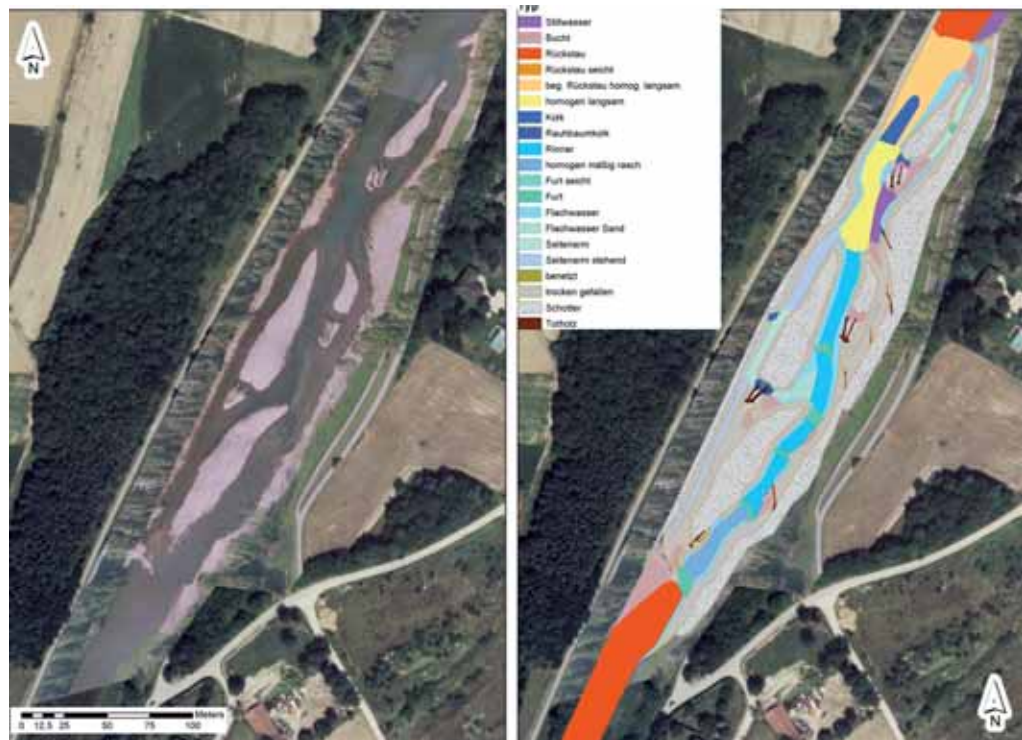
Als Untersuchungsbereich sind im Rahmen einer Habitatkartierung die gesamte Aufweitungsstrecke (und ca. 500 m flussauf und flussab) sowie ein annähernd gleich langer Abschnitt im Referenzbereich (siehe oben) zu erfassen.

#### *Untersuchungsmethodik*

Wesentlich ist die Erfassung und Charakterisierung der einzelnen Lebensraumtypen hinsichtlich Strukturierung, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit (bzw. Überflutungshäufigkeit (Höhe über MQ, HQ1) und Substratverhältnisse mittels einer Habitatkartierung (Abb. A.6-1). Dabei ist auch ein Abgleich mit den Vermessungsergebnissen und der hydraulischen Berechnung vorzunehmen.



Durch das Verorten aller relevanten Lebensraumtypen in einem digitalen (Luftbild-) Lageplan können die Flächen bilanziert und mit dem Ausgangszustand bzw. der weiteren Entwicklung verglichen werden. Für die Bewertung wesentlich ist insbesondere der Vergleich mit dem gewässertypischen Zustand. Insgesamt bilden diese Ergebnisse die Basis für die biologischen Erhebungen.



**Abb. A.6-1:** Beispiel für einen Habitatplan, Aufweitung Traisen (NÖ), links Luftbild, rechts Habitatplan

### Untersuchungsintervall

Bei der Kartierung ist das Untersuchungsintervall neben den oben angeführten Grundsätzen vor allem auf das Auftreten der Hochwässer abzustimmen. So sollte die Aufnahme nach der Umgestaltung noch vor dem ersten Hochwasser stattfinden, um die Veränderungen durch das Hochwasser zu erfassen. Weitere Kartierungen sollten je nach den morphologischen Veränderungen alle 2-3 Jahre bzw. nach jedem grossen Hochwasser erfolgen.

### A.6.2 Fischbesiedlung

Das fischökologische Umsetzungs-Monitoring sollte flächige Elektro-Befischungen der Aufweitung und des Referenzbereiches flussauf der Aufweitung umfassen. Generell können die Befischungsbereiche des Basis-Monitoring als Ausgangszustand weitgehend übernommen werden. Gegebenenfalls wären die Untersuchungsintervalle des Basimonitoring anzupassen.

Die Untersuchungsmethodik entspricht im Wesentlichen jener des Basis-Monitorings. Die Streifenbefischung mittels E-Fangboot sollte alle vorkommenden Lebensraumtypen auf Basis der Ergebnisse des Fachbereiches Hydromorphologie umfassen, wobei

jeweils mehrere gleiche Lebensraumtypen befischt werden müssen. Anhand der Ergebnisse können die Funktionalität der einzelnen Lebensraumtypen und der Aufweitung insgesamt im Vergleich zum Ausgangszustand und dem fischökologischen Zielzustand bewertet werden (Details siehe Anhang Methodik).

Zusätzlich sind punktuelle Befischungen von speziellen Habitaten im Jahresverlauf bzw. bei unterschiedlichen Abflüssen zu empfehlen, um spezielle Fragestellungen hinsichtlich Reproduktionsverhältnisse oder der unterschiedliche Nutzung der einzelnen Lebensraumtypen im Jahresverlauf zu erfassen. Aufgrund der vorhandenen Schwallbeeinflussung wären auch Sonderuntersuchungen z.B. Untersuchung der Reproduktionsverhältnisse für Bach- und Seeforelle mittels modifizierter VIBERT-Boxen (vgl. Schwall-Trübe-Untersuchung Alpenrhein [15]) zu empfehlen.

### **A.6.3 Bodenfauna (Makrozoobenthos)-Algenaufwuchs (Phytobenthos)**

Ergänzend zu den fischökologischen Untersuchungen können durch die Erhebung der Bodenfauna wesentliche Zusatzinformationen hinsichtlich der Funktionalität der Substratverhältnisse und der Dynamik gewonnen werden. Die Beprobungen richten sich weitgehend nach den Anhängen A.2 und A.3 angeführten Empfehlungen. Die Auswahl der speziellen Indikatoren und Zielarten richtet sich je nach spezifischer Beweisführung.

### **A.6.4 Vegetation**

Die Erfassung der Vegetation sollte die gesamte Aufweitung und den Referenzbereich flussauf umfassen. Dabei ist abzuklären, inwieweit die Vegetationsverhältnisse im Referenzbereich auch den Ausgangszustand im Bereich der Aufweitung widerspiegeln. Entsprechend bisherigen Erfahrungen im Rahmen von Monitoringprogrammen von Aufweitungen empfiehlt sich ein zweistufiger Untersuchungsablauf.

Im ersten Schritt werden alle aktuell und historisch im Untersuchungsgebiet vorkommenden Leitgesellschaften der Wasser-, Ufer, und Auenzone anhand von vorhandenen Daten (historisch, Referenzstrecken, etc.) erfasst und diese Leitgesellschaften im Feld pflanzensoziologisch exemplarisch dokumentiert.

Darauf aufbauend erfolgt eine flächendeckende Kartierung der Pflanzengesellschaften (zB pflanzensoziologische Aufnahme nach BRAUN-BLANQUET) und deren planliche Darstellung auf Basis der Ergebnisse der Hydromorphologie. Diese Vorgangsweise erlaubt eine Flächenbilanzierung und Bewertung der Funktionalität der einzelnen Lebensraumtypen im Vergleich zum Ausgangszustand und dem gewässertypischen Zustand (Leitbild). Die pflanzensoziologische Kartierung ermöglicht zudem die detaillierte Dokumentation der Vegetationszusammensetzung (Artenliste und Häufigkeit der vorkommenden Arten) und allfälliger Veränderungen

Als Untersuchungsintervall wären Erhebungen in der Vegetationsperiode bei Niederwasser vor der Umgestaltung und nach dem ersten Hochwasser nach der Umgestaltung bzw. im Abstand von 2 Jahren sinnvoll.

### **A.6.5 Limikolen**

Ornithologische Untersuchungen im Rahmen des Umsetzungs-Monitoring sollten sich auf gewässergebundene Vogelarten als Indikator für die Funktionsfähigkeit der gewässertypischen Lebensräume konzentrieren. Dies gilt insbesondere für die Limikolen zur Charakterisierung der Kiesbänke.

Auch hier können die Ergebnisse des Basis-Monitoring, ev. mit Ergänzungen, für die Erfassung des Ausgangszustandes genutzt werden.

Um die Eignung der Lebensraumtypen zu erfassen, sollten sich die Erhebungen auf die Erfassung der Brutvogelfauna durch mehrmalige Begehungen in den Monaten April bis Juni (Juli) konzentrieren. Die Untersuchungen sollten den Bereich der Aufweitung sowie den Referenzbereich flussauf umfassen.

### **A.6.6 Amphibien und sonstige Fachbereiche**

Die Erfassung der Amphibienfauna im Rahmen des Umsetzungs-Monitoring ist nur bei jenen Aufweitungen vorzusehen, die breit genug sind, dass auch Nebengewässer (Autümpel) entstehen. Da im Alpenrhein (mit Ausnahme der Mastrilser Auen) derzeit keine Amphibienlaichgebiete liegen, kann sich Erhebung des Ausgangszustandes auf potenzielle Laichgebiete ausserhalb der Dämme als Einwanderungspotential konzentrieren. Nach Umsetzung der Aufweitung sind alle potentiellen Laichgewässer im Bereich der Aufweitung zu untersuchen. Durch mehrmalige Begehungen im Frühjahr (März - Ende Juni) können die Laichtermine aller Amphibienarten und das Artenspektrum sowie zumindest für gewisse Arten eine Abschätzung der Populationsgrösse erfasst werden.

Zusätzlich Fachbereiche wie kiesbankbewohnende Ripicole (Spinnen, Laufkäfer,...) könnten vor allen bei den ersten Aufweitungen und bei Spezialfällen wichtige Zusatzinformationen liefern.

## **A.7 Methodikhinweise für Umsetzungs-Monitoring, Massnahmentyp Schwalldämpfung**

### **A.7.1 Hydromorphologie**

Wasserwechselzone, resultierende Aspekte (Morphologie, Kolmation, Erosion)

Die hydrologischen Verhältnisse sind an mehreren Stellen über den gesamten betrachteten Bereich durchzuführen. Ausgehend von den vorhandenen Pegelstellen sind flussauf der Schwalleinleitung sowie unmittelbar flussab und in regelmässigen Abständen, insbesondere flussab grosser Zuflüsse bei Bedarf ergänzende Messtellen vorzusehen. An diesen sind zu besonderen Messterminen ergänzende Pegelablesungen des Wasserstandes vorzunehmen.

Wesentliche Daten für die Erfassung der Verbesserungen durch die Schwalldämpfung sind neben dem Sunk- und Schwallabfluss sowie der Abflussamplitude auch die Änderung des Wasserspiegels bei verschiedenen charakteristischen Abflüssen (Nieder-

wasser, Mittelwasser, Winter, Sommer, ...). Daraus lassen sich wesentliche Kennwerte wie die Geschwindigkeit des Schwallanstieges bzw. der -abnahme (in cm/s) bestimmen.

Zusätzlich ist die Wasseranschlagslinie bei Schwall und Sunk bei charakteristischen Abflüssen durch Luftbilder oder VorOrt-Vermessung aufzunehmen. Dies ermöglicht eine Bilanzierung der Wasserwechselfläche, ev. aufgeschlüsselt für verschiedene Lebensraumtypen wie flache Kiesbank, Trockenfallen von Seitenarmen (Fischfallen) etc. Gleichzeitig kann damit auch die Überflutungshäufigkeit der Kiesbänke, insbesondere im Frühjahr zur Brutzeit der Limikolen (Flussuferläufer, Flussregenpfeifer, ...) ermittelt werden.

Weitere wesentliche Erhebungen wären Trübungsmessungen sowie die Erfassung der Veränderung der Kolmation der Flussole oder der Häufigkeit jener Schwallspitze, bei der es zu einer Erosion der lockeren Kiesbereiche kommt.

Insgesamt bilden diese Daten die Grundlage für die Interpretation der biologischen Untersuchungen.

### **A.7.2 Fische**

Neben Erhebungen des Gesamtfischbestandes (siehe Basimonitoring) sollte sich das Monitoring vor allem auf gezielte Befischungen der Fischlarven/Jungfische an den Kiesbänken konzentrieren, um eine Verringerung des Trockenfallens von Fischlarven bzw. der Abdrift zu dokumentieren.

Weiters haben sich auch Untersuchung der Reproduktionsverhältnisse, insbesondere der Bach- und Seeforelle, z.B. mittels modifizierten VIBERT-Boxen bewährt, wie sie auch im Rahmen der Schwall-Trübe-Untersuchung Alpenrhein eingesetzt wurden [15]. Die Details für diese Untersuchungen sind dem diesbezüglichen Bericht zu entnehmen.

Bei den Untersuchungen sind neben Stellen mit unterschiedlichen Schwallverhältnissen im Längsverlauf auch Bereiche mit unterschiedlicher Flussmorphologie zu beproben, um den Einfluss des Abflussschwalles von jenem der Morphologie trennen zu können. Da Fischpopulationen aufgrund der längeren Generationszeiten mehrere Jahre benötigen, um sich auf die Verbesserungen durch eine Schwalldämpfung einzustellen, sollten 1-2 Untersuchungsdurchgänge mehrere Jahre nach der Schwalldämpfung zusätzlich durchgeführt werden, um die gesamten Verbesserungen dokumentieren zu können.

### **A.7.3 Bodenfauna (Makrozoobenthos) und Algenaufwuchs (Phytobenthos)**

Das Monitoring der Bodenfauna hinsichtlich der Schwalldämpfung soll vor allem die Veränderungen hinsichtlich der „Katastrophendrift bei Schwall“ und der Besiedlung der Wasserwechselzone sowie aufgrund verminderter Erosion der Flussole in repräsentativen Teilstrecken erfassen. Hinsichtlich der Probestellen gelten die selben Ausführungen wie bei den Fischen.

#### **A.7.4 Sonstige Fachbereiche**

Die Untersuchung der Limikolen konzentriert sich auf eine allfällig wieder mögliche erfolgreiche Reproduktion des Flussuferläufers bzw. Flussregenpfeifers auf den Kiesbänken im Alpenrhein nach einer Schwalldämpfung. Wenn sich anhand der hydraulischen Erhebungen diesbezüglich wieder positive Verhältnisse prognostizieren lassen, wäre sicherlich eine biologische Erfolgskontrolle zielführend.

Durch Untersuchung der Ripicolen (Spinnen, Insekten, etc.) können auch die Verhältnisse für die terrestrischen, kiesbankbewohnenden Tierarten, unter denen zahlreiche stark gefährdete Tierarten sind, erfasst werden.

Die "Internationale Regierungskommission Alpenrhein" (IRKA) ist eine gemeinsame Plattform der vier Regierungen von Liechtenstein, Vorarlberg, Graubünden und St. Gallen. Sie dient dem länderübergreifenden Informationsaustausch, der Diskussion, Entscheidungsfindung und Planung wasserwirtschaftlicher und ökologischer Massnahmen am Alpenrhein



**IRKA**

Internationale Regierungskommission Alpenrhein  
[www.alpenrhein.net](http://www.alpenrhein.net)



Liechtenstein



Vorarlberg



Graubünden



St. Gallen