

Wirkungen von Flussgerinneaufweitungen auf Vögel der Uferpionierstandorte – insbesondere Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) und Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*)

**Diplomarbeit von
Nathalie Baumann**

Laufenstrasse 9
4053 Basel
Nath.Baumann@unibas.ch
nath_bau@gmx.ch

Betreuung:

**Klaus-Dieter Schulz (EAWAG Kastanienbaum (LU) /APEC Applied Aquatic Ecology)
Dr. Ralf Peveling (NLU-Institut, Biogeographie)
Prof. Peter Nagel (NLU-Institut, Biogeographie)**

ausgeführt an der
**Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und
Gewässerschutz (EAWAG)**



Eine Forschungsanstalt
des ETH-Bereichs

am

**Natur-, Landschafts- und Umweltschutz Institut (NLU), Biogeographie
Department Geographie
Universität Basel**



Basel, März 2003



Abb. 1: Rhone, Pfywald (Schulz, 2003)



Abb.2: Rhone, Ile Falcon (Baumann, 2002)



Abb. 3: Thur - Abschnitt (Schulz, 2003)



Abb. 4: Thur - Abschnitt (Schulz, 2003)

Abb. 5: Inn, Strada - Aufweitung (Schulz, 2003)



INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	3
2. AVIFAUNA	6
2.1 Vögel als Indikatoren	6
2.2 Flussregenpfeifer (<i>Charadrius dubius</i>)	7
2.3 Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>)	10
2.4 Fazit	13
3. UNTERSUCHUNGSGEBIETE	14
3.1 Aufweitungen	14
3.1.1 Thur - Aufweitung	17
3.1.2 Rhone - Aufweitung und Referenzabschnitt	23
3.1.3 Inn - Aufweitung	31
4. MATERIAL UND METHODE	35
4.1 Standort, Begehung, Gewässerstruktur	35
4.2 Avifauna	35
4.3 Datenanalyse	37
5. ERGEBNISSE	38
5.1 Thur - Aufweitung	38
5.2 Rhone, Ile Falcon - Aufweitung	45
5.3 Rhone, Unterer Pfynwald	50
5.4 Inn, Strada - Aufweitung	54
5.5 Standortvergleiche	56
6. DISKUSSION	64
6.1 Bestandesdichte der Zielarten	64
6.2 Sind die beiden limikolen Arten geeignete Zielarten?	69
6.3 Gewässerstrukturen	69
6.3.1 Gewässerstruktur - Standortvergleich	72
6.4 Störung	74
6.5 Schwalleffekt	77
7. EMPFEHLUNGEN	77
8. ZUSAMMENFASSUNG	80
9. DANKSAGUNG	82
10. LITERATURVERZEICHNIS	84
11. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	88
12. KARTENVERZEICHNIS	89
13. TABELLENVERZEICHNIS	90
14. ANHANG	91

1. Einleitung

Die Flüsse der Gebirgsregionen sind hoch dynamische, von Schotter-, Kies- und Sandbänken geprägte Lebensräume. Es sind vor allem Pionierpflanzen, die sich im Uferbereich oder auf den Kiesbänken zeitweilig ansiedeln können. Die räumliche und zeitliche Vielfalt der biotopgestaltenden Prozesse ist im Bereich der Umlagerungsstrecken besonders gross, und viele Arten und Biozönosen können nur unter diesen dynamischen Bedingungen überleben (Reich 1994). Umlagerungsstrecken sind typischerweise durch eine besondere Vielfalt an Habitattypen gekennzeichnet. Auffällig ist, dass viele dieser Habitate heute in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft ausgesprochen selten und in ihrem Bestand stark gefährdet sind (Reich 1994).

Seit Anfang des letzten Jahrhunderts sind alle grösseren Alpenflüsse menschlichen, vor allem wasserbaulichen Eingriffen unterworfen. Besonders gravierend wirkt sich der Bau von Wasserkraftwerken aus. Enge Abflussprofile, welche durch Verbauungsmassnahmen entstehen, beeinträchtigen die unterhalb liegenden Umlagerungsstrecken und bewirken eine grundlegende Veränderung und Verarmung der Lebensräume und Biozönosen. Besonders die vegetationsarmen Pionierstandorte sind durch einen hohen Anteil gefährdeter Tierarten gekennzeichnet, die hier die extremen Trockenstandorte oder den Übergangsbereich Land – Wasser besiedeln. Typische Vertreter unter den Vögeln sind die sogenannten „Kiesbankbrüter“ (Reich 1994).

Es ist daher ein Anliegen des Natur- und Landschaftsschutzes, diese Lebensräume zu erhalten und – soweit möglich – wiederherzustellen. Dies geschieht vor allem über so genannte Gerinneaufweitungen, die ein Schwerpunktthema der EAWAG in Kastanienbaum (APEC Gruppe) darstellen. Gerinneaufweitungen sind deutliche Aufweitungen des Mittelwasserbettes von zuvor ausgebauten Fliessgewässern, wodurch begrenzter Raum für morphodynamische Prozesse (wie Sedimentation und Erosion von Geschiebebänken, Ausbildung von Furt-Folk-Sequenzen oder Laufverzweigungen) entsteht sowie freie Sukzessionsprozesse im Uferbereich ablaufen können. Dabei können die Aufweitungen sowohl aktiv baulich hergestellt oder auch durch Tolerierung von Seitenerosion vom Fluss selbst geschaffen werden (Schulz 2003).

Die Verbreiterung des Flussbettes (Gerinne), dient der Revitalisierung und Förderung der Eigendynamik des Lebensraums Fliessgewässer und wird seit etwa 10 Jahren an verschiedenen ausgebauten Flussabschnitten in der Schweiz durchgeführt. Zahlreiche weitere Gerinneaufweitungen sind geplant, so auch im Rahmen der dritten Rhonekorrektur (<http://www.vs.ch/rhone.vs>).

Bereits realisierte Aufweitungen zeigen, dass es zu einer deutlichen Zunahme der Struktur- und Lebensraumvielfalt im Gewässer und im Uferbereich kommen kann. Darüber hinaus wirken Gerinneaufweitungen positiv auf den Geschiebehaushalt und das Abflussregime bei Hochwasser. Umlagerungen, Erosion und verschiedene Sukzessionsstadien lassen ein Habitatmosaik entstehen, das für viele Vogelarten dieses Lebensraumes (z.B. Flussregenpfeifer *Charadrius dubius*, Blaukehlchen *Luscinia svecica*) ein hohes Entwicklungspotenzial birgt (Metzner 2002).

Die vorliegende Arbeit ist in das „Rhone-Thur-Projekt“ eingebunden (Projektpartner sind: EAWAG, WSL, BWG, BUWAL, Kanton Wallis, Kanton Thurgau; Kooperationspartner: Universität Zürich, ETH, EPFL, Auenberatungsstelle, private Fachbüros, weitere Universitäten, weitere Kantone – www.rhone-thur.eawag.ch). Ziel dieser Arbeit ist es, die Wirkung und Qualität der Gerinneaufweitung drei alpiner Flüsse (Thur, Rhone, Inn) auf zwei limikole Arten zu untersuchen und anhand bestimmter Habitatparameter zu vergleichen. Daraus soll auch eine Empfehlung für die Gestaltung künftiger Gerinneaufweitungen resultieren. Zum Vergleich wurde die Rhone bei Pfynwald als „naturnahe“ Referenzstrecke zusätzlich in die Arbeit miteinbezogen. Es wurden jeweils die Aufweigungsabschnitte und der „naturnahe“ Abschnitt (2-10km) begangen und das Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen der Arten und die jeweiligen Habitatparameter erfasst.

Warum limikole Vogelarten untersuchen?

Lawton (zitiert in Helbig und Flade 1999): *“Because there are so few species of birds and we know more about them than any other group, birds provide an invaluable source of data for the basic science of ecology. Much of what we know about ranges and abundances in general is derived from studies of birds“.*

Die Flussuferläufer und Flussregenpfeifer brauchen, wie es ihr Name „Fluss“ bezeichnend beschreibt, dynamische, vielfältige Flussbereiche, um Nahrung zu erwerben und zu brüten. Der Flussuferläufer ist eine auentypische Art. Keine andere Vogelart der Schweiz ist so stark an den Lebensraum Aue gebunden (Roulier et al. 2002), nicht einmal der Flussregenpfeifer. Dieser adaptierte sich über mehrere Jahre hinweg an Sekundärhabitats, wie z.B. Kiesgruben. Um das zukünftige Überleben dieser Art und vieler anderer Tier- und Pflanzengruppen zu sichern, ist es wichtig, Flussauen und Umlagerungstrecken durch Renaturierungsprozesse wiederherzustellen, die dann intakt bleiben oder wenig beeinträchtigt werden. Werden die aufgeweiteten Gewässerabschnitte von den genannten Vogelarten besiedelt, so ist dies ein Indikator für die Naturnähe des renaturierten Lebensraumes und den Erfolg der Aufweitungsmassnahmen.

Hinsichtlich der Grösse, des Abflusses und der ursprünglichen Morphologie sind die 3 Flüsse vergleichbar (siehe Kapitel 3). Sie unterscheiden sich jedoch durch einen Gradienten anthropogener Beeinflussung.

Es wurden folgende Hypothese und Fragestellungen formuliert:

Hypothese

- Gerinneaufweitungen ermöglichen das Entstehen natürlicher flussbegleitender Pionierstandorte, die dem Flussregenpfeifer und dem Flussuferläufer als primäres Bruthabitat dienen und zu einer Zunahme des Brutvogelbestandes führen.

Fragestellungen

- Wie hoch ist die Bestandesdichte der Zielarten Flussregenpfeifer und Flussuferläufer in aufgeweiteten und naturnahen Gewässerabschnitten ?
- Welche Gewässerstrukturen sind entscheidend für das Vorkommen oder Nichtvorkommen dieser Vogelarten ?
- Wie ist das Habitat der Zielarten in „naturnahen“ Flussabschnitten gestaltet?
- Welchen Einfluss hat die hydroelektrische Nutzung (vor allem der Schwall-Sunk Effekt) auf die beiden Vogelarten?
- Wie kann der Erfolg der ökologischen Wirksamkeit von Gerinneaufweitungsmassnahmen kontrolliert und bewertet werden (Kriterien, Monitoring-Methoden, Indikatorarten)?

2 Avifauna

2.1 Vögel als Indikatoren

Nach Muslow & Steiof, zitiert in Matthäus (1992), sind Vögel in hohem Masse strukturabhängig. Wegen ihrer engen Bindung an spezifische Habitatstrukturen und der hohen Zahl stenöker Arten (Brinkmann 1998) sind sie Indikatoren des Zustandes und der Qualität von Lebensraumtypen, d.h. die meisten Lebensräume und Biotopkomplexe lassen sich sehr spezifisch anhand ihres avifaunistischen Inventars charakterisieren und beurteilen. Vögel sind wesentliche Bestandteile raum- und umweltrelevanter Planung (Helbig & Flade 1999, Pfister 1991), da:

- A) sie ein breites Arten- und Habitatspektrum haben,
- B) ihre räumlichen und zeitlichen Verteilungsmuster wesentlich vom ökologischen Wirkungsgefüge des Lebensraumes abhängen (nach Rushton et al. (1994) sind Flussarten insbesondere von der Gerinnegröße, dem geographischen Standort, den Habitatparametern – Substrat, Vegetation, Wasserqualität – abhängig (Helbig and Flade 1999))
- C) sie empfindlich auf Eingriffe bzw. Störungen des Systems reagieren und sich ihr Verteilungsmuster infolge ändert,
- D) sie gut zu erfassen sind (akustisch und visuell),
- E) sie seit langer Zeit untersucht werden, d.h. die Ornithologie hat eine lange Tradition und es gibt Vergleichsdaten über viele Jahre hinaus.

Buckton & Ormerod (1997) haben in einer Studie über „*standardized habitat survey and river birds*“ eine standardisierte Methode entwickelt – RHS *river habitat survey* – und das Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen zehn ausgewählter Flussvogelarten in Korrelation mit verschiedenen abiotischen und biotischen Habitatparametern gesetzt. Die Autoren verweisen in ihrer Diskussion verstärkt auf die Indikatorfunktion von Vögeln: „*Among the groups that contribute to river biodiversity, birds are one of the strongest candidates for links with RHS: their territories are comparable in size with the geographical scale of RHS measurements, they respond strongly to habitat structure, they figure prominently in conservation legislation or policy, and they often indicate ecosystem quality.*“

Flussräume haben darüber hinaus eine wesentliche Funktion als Rasthabitate für ziehende Watvögel („Durchzügler“). Für Durchzügler wie für Brutvögel ist es wichtig, während der Rast und zum Brüten vegetationsfreie Sand-, Schotter- und Kiesbänke/Inseln sowie ruderalartige Uferbegleitstrukturen zu finden.

Allerdings werden Kies- und Sandbänke/Inseln bei den vorherrschenden mittleren Abflussregimen in der Schweiz oft monatelang überflutet und sind daher als Nisthabitate für Bodenbrüter nicht nutzbar.

Schließlich sind Vögel auch in der Natur- und Umweltschutzarbeit sehr wichtig, insbesondere wenn es um die Kommunikation und Befürwortung/Verfechtung von Renaturierungen und Schutzgebieten geht. Viele Menschen lassen sich relativ gut anhand von Vögeln sensibilisieren - es herrscht ein positives Verhältnis zu dieser Tiergruppe (Helbig & Flade 1999).

2.2 Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*)

Petit Gravelot, Little Ringed Plover

Ein mittelgroßer Limikole aus der Familie Charadriidae – Regenpfeifer (Ordnung: Charadriiformes)



Abb.6: Flussregenpfeifer (Schmid, 1998)

Der Flussregenpfeifer brütet auf störungsfreien, flachen Kiesplätzen im Bereich stehender oder fliessender Gewässer, er besiedelt Pionierstandorte im Tiefland (in der Schweiz hauptsächlich im Mittelland, im hinteren Teil der breiten Alpentäler und im St. Galler Rheintal (Schmid et al. 1998) und ist dort regelmässiger Gast im Sommerhalbjahr. Ende Sommer zieht es diesen Vogel nach Nordafrika und Eurasien (wesentlich weiter als den Flussuferläufer). Ursprüngliche Brutplätze finden sich auf Kiesbänken und Inseln im Bereich der Mittel- und Unterläufe von Flüssen und entsprechenden Aufschüttungen. Heute überwiegen Kiesgruben und andere anthropogene Lebensräume (Steinbrüche, Halden, Tagebau, Ödland, flache Hausdächer (Weber 2002), Bauplätze, Militärübungsplätze) – 40% des Bestandes in der Schweiz vermehrt sich in derartigen Sekundärbiotopen (Roulier et al. 2002).

Als Nest dient eine flache, meist nicht ausgekleidete Mulde auf kiesigem oder grobkörnigem Untergrund, vor allem auf nicht oder wenig bewachsenen Stellen (Pionierstandorte). Der Flussregenpfeifer ist sehr störungsempfindlich, doch kann er dies durch grosse Diskretion und

Tarnungsgeschick – ausserhalb des Nestes ist er im Kies praktisch nicht sichtbar – kompensieren. Kennzeichnend ist eine monogame Saisonehe, zum Teil wurde auch Partnertreue als Folge von Brutplatztreue nachgewiesen (Osing 1993).

Flussregenpfeiferpaare können bei erfolgloser Erstbrut im Normalfall ein Gelege mit vier Eiern unter Umständen ein zweites Mal brüten. Ihr Verhalten ist während der Brutzeit territorial. In der Schweiz liegt die aktuelle Zahl der Brutpaare bei 100-120 Paaren (Burkhardt & Schmid 2001).

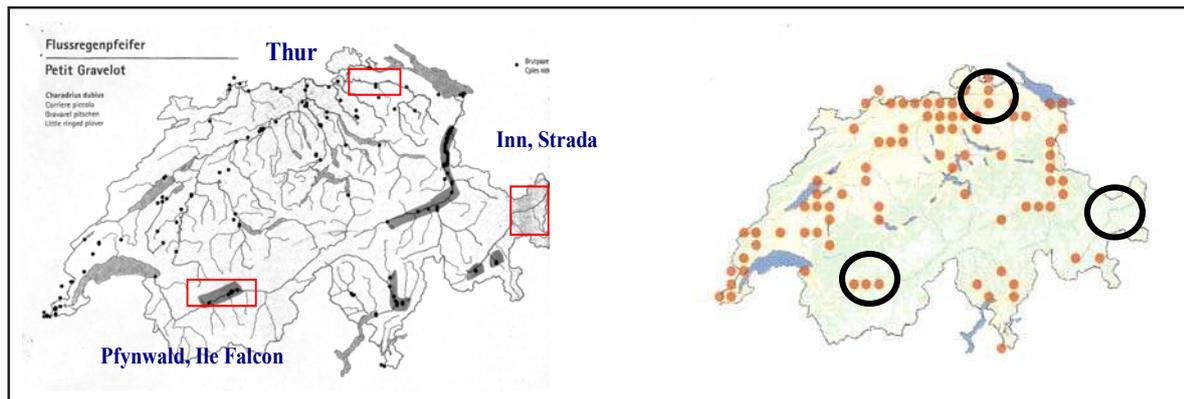


Abb. 7: Links: Flussregenpfeifer Verbreitung zwischen 1993-1996 (Schmid, 1998), Rechts: Verbreitung Stand 2001 (Burkhardt, 2001); die Kästen bzw. Kreise zeigen die Lage der untersuchten Gewässerabschnitte

Seine Nahrung besteht aus terrestrischen und aquatischen Invertebraten (Larven und Imagines), vor allem kleinen Mollusken, Crustaceen, Spinnen, Käfern, Ameisen und Ohrwürmern. Das tatsächliche Nahrungsspektrum wird eher von dem im jeweiligen Revier vorgefundenen Angebot als von Nahrungspräferenzen bestimmt (Osing 1993).

Der Flussregenpfeifer gilt laut Roter Liste¹ in der Schweiz wie auch in Europa insgesamt als verletzte Art (Burkhardt & Schmid 2001). Ferner ist diese Art auf der Liste der Verantwortungsarten unter B2 (in der Schweiz gefährdete Brutvögel mit im internationalen Vergleich kleinen Vorkommen) vorzufinden. Sie erscheint auch auf der Liste der Prioritätsarten, für deren langfristige Erhaltung konkrete Artenförderungsprogramme nötig sind (Habitat-, Gebiets- und Artenschutz; Bollmann et al. 2002).

¹ Die knappen Mittel im Naturschutz sind dann optimal eingesetzt, wenn diejenigen Arten zuerst Hilfe bekommen, die sie am nötigsten haben. Lange Zeit galt die Rote Liste als das einzige Maß, Prioritäten zu setzen: Sie beurteilt das Aussterberisiko unserer Brutvögel. Doch die Schweiz trägt auch eine Verantwortung für europaweit oder global gefährdete Arten (Müller 2002). Um Arten angemessen zu berücksichtigen, braucht es neben den Roten Listen die neuen Naturschutzgrundlagen: „Verantwortungsarten“ (Arten, für welche die Schweiz eine besondere Verantwortung trägt, weil sie in der Schweiz gefährdet sind und/oder weil die Schweiz einen bedeutenden Anteil der europäischen Population beherbergt (Bollmann et al. 2002).

Noch zu Beginn des letzten Jahrhunderts war der Flussregenpfeifer ein typischer Brutvogel der Schotter- und Kiesbänke mitteleuropäischer Flüsse. Er gilt als Bewohner von Pionierflächen und zeigt eine ausgeprägte räumliche und zeitliche Dynamik, d.h. er besiedelt geeignete Flächen meist sehr schnell. Solche Pionierflächen gehen jedoch durch Sukzession und Überbauung meist in wenigen Jahren verloren.

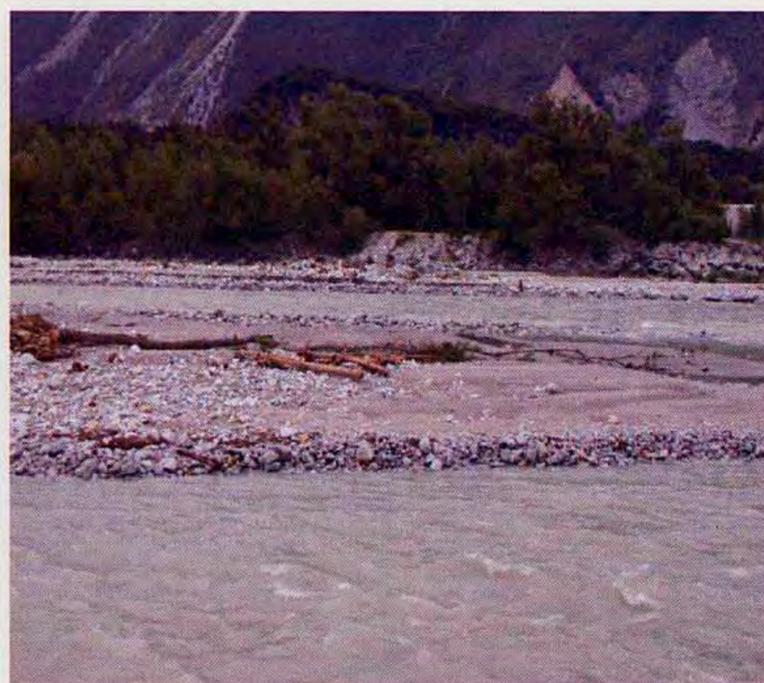


Abb. 8: Oben: Unterer Pfynwald (Kanton Wallis 2001), Links unten: Flussregenpfeifer, Unterer Pfynwald (Baumann, 2002), Rechts unten: Insel mit Flussregenpfeifer, Unterer Pfynwald (Baumann, 2002)

Durch wasserbauliche Massnahmen und grosse Flusskorrekturen wurde sein Lebensraum gravierend verändert und bietet, mit wenigen Ausnahmen, heute für ihn keine geeigneten Bedingungen mehr. In Mitteleuropa brütet er jetzt stattdessen überwiegend in sekundären Lebensräumen, insbesondere im Bereich von Kiesabbaustellen in den Mittelgebirgen und Alpen bei 600 m ü.M., ausnahmsweise bis ca. 800-900 m ü.M.. In der Schweiz wurden auch schon Brutplätze auf 1'000 m ü.M. Ein Beispiel ist der „Lac de Joux“ (1'000 m ü.M.), dessen Südufer im Jahre 1993 ideale Brutbedingungen bot, weil der Seepegel wegen Trockenheit relativ tief war. Somit erwiesen sich Sandstrände und Kiesplätze, die dadurch oberhalb des Wasserstandes waren, als ideale Biotope für diese Art (Baudraz & Guillaume 1993). Otto (1993) entdeckt im Oberengadin auf 1'800 m ü.M. den wohl höchst gelegenen Brutstandort des Flussregenpfeifers europaweit. Diese Nachweise deuten auf die Anpassungsfähigkeit des Flussregenpfeifers hin.

2.3 Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*)

Common Sandpiper, Chevalier guignette

Ein mittelgroßer Limikole aus der Familie Charadriidae – Regenpfeifer (Ordnung: Charadriiformes)



Abb.9: Flussuferläufer (Schmid, 1998)

Der Flussuferläufer ist in Mitteleuropa ein seltener bis mittelmässig vorkommender Brutvogel. 1977 brüteten zwischen 5000 und 8000 Flussuferläufer - Paare in Mitteleuropa (Roulier et al. 2002). Sein Verbreitungsschwerpunkt liegt in den subalpinen und alpinen Regionen. In der Schweiz ist er zugleich Durchzügler und Brutvogel und ist auf der Roten Liste der stark gefährdeten Arten aufgeführt (Schmid et al. 1998). Auch ist diese Art auf der Liste der Verantwortungsarten unter B2 (in der Schweiz gefährdete Brutvögel mit im internationalen Vergleich kleinen Vorkommen) vorzufinden, sowie auf der Liste der Prioritätsarten, für deren langfristige Erhaltung konkrete

Artenförderungsprogramme nötig sind (Habitat-, Gebiets- und Artenschutz) (Bollmann et al. 2002). Europaweit (ausser in Deutschland, Österreich und der Schweiz) ist der Vogel jedoch dank grosser Populationen in Nordeuropa nicht vom Aussterben bedroht (Roulier et al. 2002).

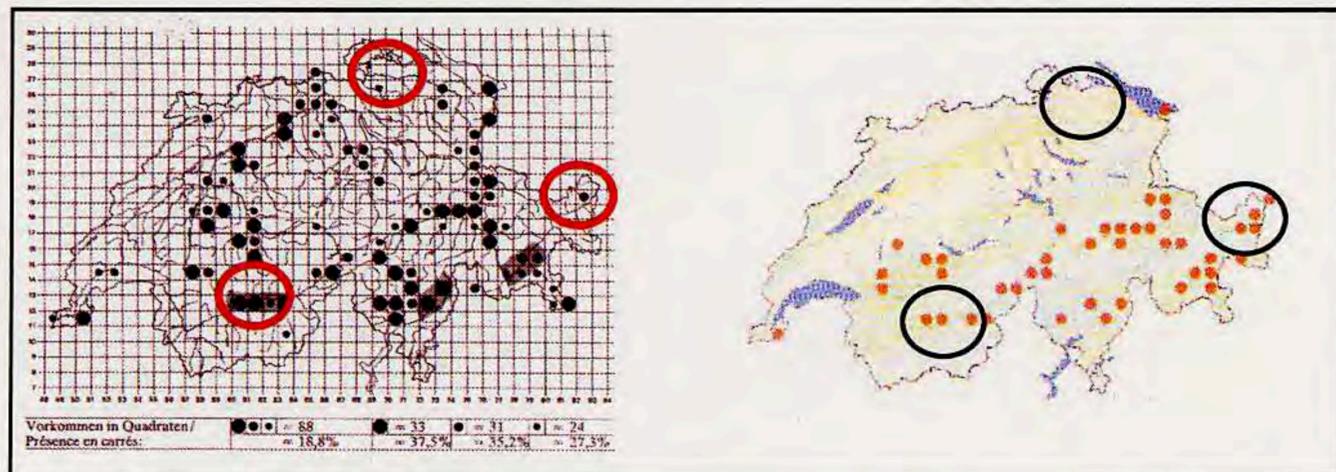


Abb. 10: Links: Verbreitungskarte 1972 – 1976 (Schmid, 1998), Rechts: Verbreitungskarte 2001 (Burkhardt, 2001); die Kreise zeigen die Lage der untersuchten Gewässerabschnitte.

Nach Angaben der Schweizerischen Vogelwarte Sempach besiedeln gegenwärtig zwischen 78 und 122 Flussuferläufer - Paare die Schweiz, und zwar hauptsächlich die breiten Flusstäler der Alpen und Voralpen. Das Hauptverbreitungsgebiet des Vogels liegt in den Kantonen Wallis (am Oberlauf der Rhone), Graubünden (entlang des Rheins und im Engadin) und Tessin (am Ufer der Maggia und des Ticino) (Roulier et al. 2002). Bis in die 70er Jahre schien der Flussuferläufer noch vereinzelt im Schweizer Mittelland vorzukommen, was heute nicht mehr der Fall ist.

Der Flussuferläufer bevorzugt während der Brutzeit locker bewachsene Flusskiesbänke (Pionierstandorte) und steil eingeschnittene Gebirgsflüsse, ist aber auch in knapp geschlossenen Gehölzbeständen am Wasser anzutreffen. Das Nest wird auf festem, sandigen Untergrund mit gut ausgebildeter Krautschicht angelegt. Nester sind aber ebenso im Bereich lockerer Treibholzanschwemmungen vorzufinden. Recht ausgedehnte, schwer zugängliche Inseln mit Pioniervegetation (Weide, Erle, Pappel) sind besonders geeignet. Ebenso sollten stille Gewässer (Zuflüsse, Nebengerinne oder Altläufe) für die Suche nach Nahrung (Käfer- und Dipterenlarven und Imagines) vorhanden sein, selbst wenn die Beute zum Teil auch an Land gefunden wird (Roulier, Schmid et al. 2002). Das territoriale Verhalten am Brutplatz gleicht dem des Flussregenpfeifers. Der Flussuferläufer lebt ebenfalls in monogamer Saisonehe. Unter Umständen kommt es zu Nachbruten (im Normalfall ein Gelege mit 4 Eiern) bis ca. Anfang Juni – dies aber eher selten.

In seltenen Fällen kann der Flussuferläufer auch in Kies- und Sandgruben mit offenem Wasser vorgefunden werden, z.B. im Kanton Wallis bei Sion in einer Kiesgrube mit einem kleinen See (Widmann 1989, Widmann 1990).

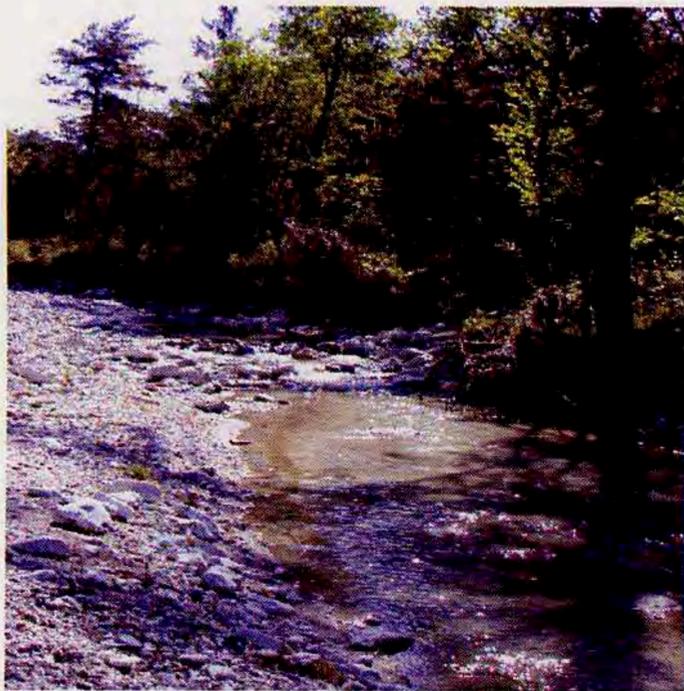


Abb. 11: Mitte oben: Inn, Strada – Aufweitung, neues Habitat für Flussuferläufer (Bundesamt für Landestopographie 2002), Unten links: Seitenarm der Rhone, Flussuferläuferstandorte, Unterer Pfynwald (Baumann, 2002), Unten rechts: Ile Falcon, Rhone, Flussuferläuferstandort (Baumann, 2002).

Der Flussuferläufer verbringt die Winterzeit in Afrika und Südeuropa. Auf dem Weg in die Sommerquartiere durchqueren Hunderte von Vögeln die Schweiz, doch es bleiben nur ein paar Dutzend hier zur Brut. Durch Beringung konnten Ornithologen feststellen, dass die Flussuferläufer ihrer Brutstätte treu bleiben (Roulier et al. 2002). Ein Flussuferläufer sucht auf seiner Route intakte oder wenig beeinträchtigte dynamische Auengebiete mit einer grossen Ausdehnung. In der Schweiz sind 90% der Auengebiete aufgrund von grossen Korrekturen verschwunden. Grossflächige Auengebiete entstehen normalerweise an den Ufern mittlerer bis grosser Gewässer, die ebenfalls begradigt wurden kleine Wasserläufe entsprechen oftmals dem Prädikat „naturnah“, doch sind sie für Flussuferläufer von geringer Bedeutung, da sie eine zu geringe Ausdehnung aufweisen.

Aufgrund menschlicher oder geographischer Faktoren (z.B. Georelief) können in korrigierten Abschnitten die Schwankungen des Wasserabflusses nicht ihre ganze Wirkung entfalten, d.h. Erosion, Ablagerung und Bildung von Inseln entfallen (Roulier al. 2002). Somit sind geeignete Biotope für den Flussuferläufer in der Schweiz kaum vorhanden. Entsprechend finden sich in der ornithologischen Literatur vergleichsweise wenig Nachweise dieser Art in der Schweiz.

2.4 Fazit

Flussuferläufer und Flussregenpfeifer sind grundsätzlich beide in Auengebieten anzutreffen, besiedeln aber zurzeit selten identische Gebiete. Der Flussregenpfeifer findet sich auch gut in Sekundärhabitaten zurecht. Beide Arten reagieren recht empfindlich auf Störungen (Yalden 1992, Valle 1997, Beaud 2001, Roulier et al. 2002). Das bedeutet, dass in Gebieten, in denen beide vorkommen, die gleichen Schutzmassnahmen ergriffen werden müssen. Beide haben aufgrund der geringen Ausdehnung „naturnaher“ oder renaturierter Flussabschnitte, des Erholungsdruckes durch Menschen (Angler, SpaziergängerInnen, Hunde, Kanu- und Sportboote) und der häufigen Überflutungen (Schwall/Sunk Effekt) wenige bis gar keine Ausweichmöglichkeiten im flussnahen Bereich. Der Flussregenpfeifer hat Ausweichmöglichkeiten abseits der Flüsse. Dementsprechend ist es sehr schwierig, eine Stabilität der Bestände und regelmäßig gute Bruterfolge zu erreichen. In Kapitel 8 werden mögliche Maßnahmen zur Biotop-Verbesserung ausführlich diskutiert

3. Untersuchungsgebiete

Für diese Arbeit wurden drei Flüsse mit unterschiedlicher anthropogener Beeinträchtigung ausgewählt. Die Thur gilt als morphologisch beeinträchtigter Fluss, der Inn und die Rhone gelten als stark verbaute und durch den Schwallbetrieb von Kraftwerken in ihrem natürlichen Abflusssystem gestörte Fliessgewässer. In der folgenden Tabelle sind die Beeinträchtigungen der Flüsse durch den Menschen aufgezeichnet.

Tabelle 1: Stufe der Beeinträchtigung der Flüsse Thur, Rhone und Inn im Jahr 2002

*** naturnah ** verändert * naturfremd

	Hydrologie	Morphologie
Thur	***	**
Rhone	*	*
Inn	*	*

3.1 Aufweitungen

Seit 1990 wurden in der Schweiz mindestens 13 Aufweitungsprojekte mit insgesamt 27 Einzelaufweitungen realisiert. Dabei bildet die thurgauische Thur neben der Emme und der Moesa einen räumlichen Schwerpunkt (Schulz 2003). Bei diesen bereits realisierten Projekten handelt es sich um lokale Aufweitungen, die in keinem räumlichen Verbund zueinander stehen (Ausnahme: Thur, siehe Kapitel 3.1.1). Die geplanten Aufweitungen, nahezu die gleiche Zahl wie in der ersten Phase, stehen in einem engen räumlichen Verbund von Aufweitungsstrecken – dies gilt insbesondere für die Thur und die Rhone (Schulz 2003). Die geplanten oder realisierten Aufweitungen verfolgen gewässerökologische und wasserbauliche Zielsetzungen.

Unter dem Begriff Fluss- oder Gerinneaufweitungen versteht man eine flussbauliche Massnahme, bei der das Gewässer an der Fusssohle verbreitert wird, oder ihm die Möglichkeit gegeben wird, sein Gerinne zu verbreitern. Aufweitungen² gehören zu den Massnahmen ökologischer Aufwertung von Gewässern. Damit soll nicht nur das Längsgefälle des Flusslaufs erhöht werden, sondern das Gewässer soll auch einen Teil seiner ursprünglichen, dynamischen Morphologie zurückerhalten (Hunzinger 1998). Mögliche Ziele von Aufweitungen sind :

² Dieser Begriff wird hier für alle Typen von Fluss- oder Gerinneaufweitungen verwendet.

- die Bekämpfung der Erosion, indem das Gerinne verbreitert und so dessen Transportkapazität verringert wird³, d.h. die Sohlenlage muss innerhalb und oberhalb der Aufweitungen angehoben werden, um so den Erosionstrend auf diesem Abschnitt zu verlangsamen (Herbst 2002);
- die Wiederherstellung einer dynamischen Morphologie, die ursprünglichen Auenlandschaften in etwa entspricht (vielfältige Lebensräume für Pflanzen und Tiere, Vernetzung von Lebensräumen);
- die Aufwertung einer Flusslandschaft (Erholungsraum für den Menschen).

Die Anzahl jener Aufweitungen, bei denen den dynamischen Eigengestaltungskräften des Flusses Raum gegeben wird, ist noch gering, nimmt aber in den letzten Jahren deutlich zu (Schulz 2003). Zurzeit befasst sich die EAWAG bezüglich Aufweitungen⁴ mit folgenden Forschungsfragen: der Wirkung auf aquatische und terrestrische Zönosen, der Wirkung auf die Entwicklung und Dynamik der Vegetation, mit aquatischen und terrestrischen Habitaten (ökologische Schlüsselfaktoren), den erforderlichen Mindestdimensionen (Länge, Breite und Höhe, damit sich z.B. typische Vegetations- und Habitatstrukturen in einem dynamischen Raum-Zeit-Mosaik nebeneinander entwickeln können), dem Beitrag zur Minderung von Schwall und Sunk und der Methodik von Erfolgskontrollen. Bezüglich der erwähnten Forschungspunkte gibt es bereits eine Reihe von Zwischenergebnissen. Die Wirkung von Aufweitungen wies zwar eine signifikante Erhöhung der Habitatdiversität auf (aquatisch und terrestrisch, erhöhte Breiten- und Tiefenvarianz, Verlängerung der Uferlinie, Erhöhung des Anteils offener Kiesuferbereiche), aber nur ein begrenztes Habitattypenspektrum, d.h. wesentliche Lebensraumqualitäten dynamischer Wildflussauen konnten sich gar nicht oder nur fragmentarisch entwickeln. Ephemere Stillgewässer und höhergelegene Pionierstandorte scheinen „Mangelhabitate“ zu sein. Wesentliche terrestrische Standort- und Lebensraumtypen, die z.B. auch als Hochwasserrefugialraum für die bodengebundene Fauna dienen könnten, fehlen oder entstehen nur ansatzweise.

³ Korrekturen hatten anfänglich zum Ziel, die Transportkapazität der Flüsse zu erhöhen und die Sohle zu stabilisieren. Ein natürlicher Fluss, mit breiten, verzweigten Abschnitten, hat eine vergleichsweise geringe Transportkapazität. Geschiebe, welches aus dem Einzugsgebiet angeführt wird, lagert sich im Flussbett ab und verringert die Abflusskapazität. Doch im Zusammenhang mit den Korrekturen herrscht vielerorts ein Defizit an Geschiebe, weil dieses im oberen Teil der Einzugsgebiete durch Aufforstung, Stabilisierung von Rutschen und durch Verbauung von Wildbächen zurückgehalten wird, oder weil Kies als Rohstoff aus dem Flussbett gewonnen wird (Hunzinger, 1998). Das Resultat ist, dass die Flüsse sich in ihrem eigenen Bett einzutiefen beginnen (Sohleerosion, eine typische Erscheinung von Korrekturen).

⁴ Trotz der inzwischen recht großen Anzahl von Aufweitungen, die in der Schweiz und den Nachbarländern, insbesondere Österreich realisiert werden, gibt es bisher sehr wenig Forschungsarbeiten, die sich mit der Wirkung der Maßnahmen auf das Fluss- und Auensystem beschäftigen (Schulz, 2003).

Aufweitungen werden vermutlich erst bei einem Aufweitungsfaktor⁵ > 2 wirksam. Unterhalb davon scheinen sich die Bedingungen für die Entwicklung typischer terrestrischer Habitatvielfalt in einem zeitlich-räumlichen Mosaik nur beschränkt zu erfüllen – weitere Untersuchungen zu optimalen Breitefaktoren laufen noch (Schulz 2003).



Einseitige Entfernung der Uferbefestigung und Tolerierung von Seitenerosion



Einseitige Aufweitung des Gerinnes mit Uferbefestigung



Beidseitige Aufweitung des Gerinnes mit Uferbefestigung



Einseitige Aufweitung des Gerinnes und Tolerierung von weiterer Seitenerosion



Beidseitige Aufweitung des Gerinnes und Tolerierung von weiterer Seitenerosion

Abb. 12: Typen von Gerinneaufweitungen in der Schweiz (Schulz 2003)

⁵ Unter dem Begriff Aufweitungsfaktor versteht man das Verhältnis der Aufweitungsbreite zur ursprünglichen Gerinnebreite. In der Schweiz wurden bislang überwiegend Aufweitungen mit einem Aufweitungsfaktor von 1.5 - 2 durchgeführt, und zwar in Abschnitte von 300 - 600 m Länge. In einem Vorhaben wurde auf eine Strecke von 900 m eine Aufweitung > 3 realisiert. Für die Zukunft sind Aufweitungsfaktor > 2 und Aufweitungslänge > 1 km vorgesehen (Schulz, 2003).

3.1.1 Thur - Aufweitung



Karte 1: Thur :Ausschnitt aus Swiss-Map 50 (Bundesamt für Landestopographie 2000), Untersuchungsgebiet in vier Teilflächen aufgeteilt (TF)

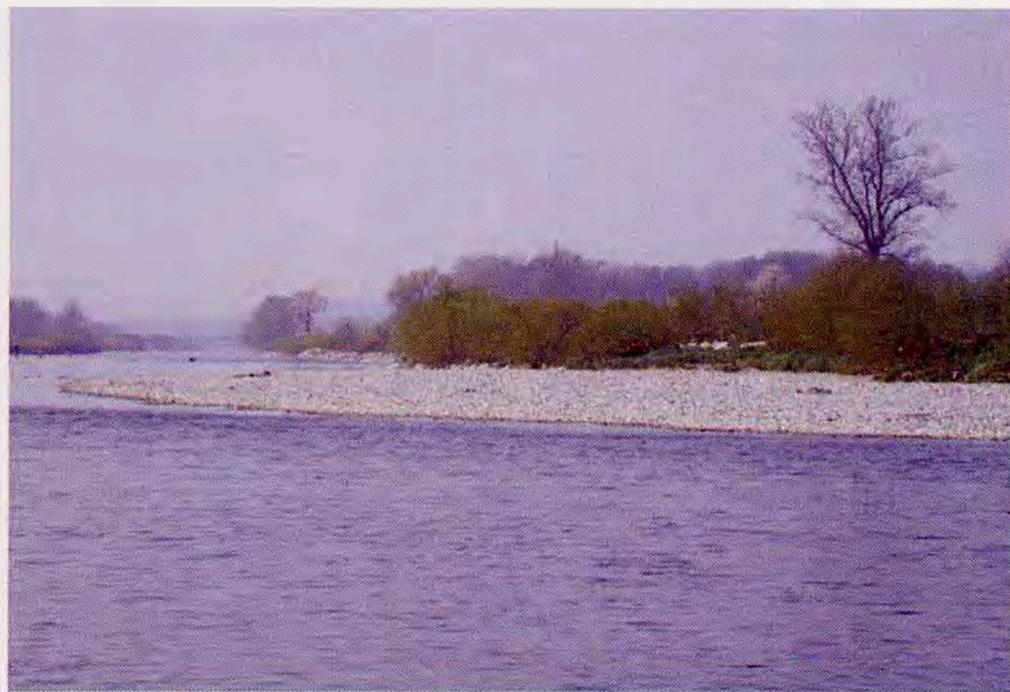


Abb. 13: Blick von Uesslingen nach Niederneunforn – Aufweitung mit grosser Uferbank (Baumann, 2002)

Die Thur ist ein Alpenfluss. Er entspringt in der Ostschweiz am Säntis 2'502 m ü. M. ($9^{\circ}21'04.04''$ O, $47^{\circ}14'24.85''$ N) und mündet in den Rhein ($8^{\circ}35'27.06''$ O, $47^{\circ}35'46.84''$ N). Die Thur war einstmals ein Fluss mit verzweigten und mäandrierenden Abschnitten. Durch die erste Korrektur (1862 – 1929) wurde die Thur von ca. km 57 (Schwarzenbach) bis zur Mündung verbaut und über weite Strecken begradigt. Verschiedene Ueberschwemmungen im 20. Jahrhundert führten zur 2. Korrektur, welche im Kanton Zürich ab 1987 und im Kanton Thurgau ab 1993 in Angriff genommen wurde (Bauer 2002).

Die Thur kann bei starken Niederschlägen schnell anschwellen. Da sie morphologisch stark beeinträchtigt ist, führen solche Hochwasser schnell zu Ueberflutungen. Das Wasserregime der Thur ist weitgehend natürlich - nur wenige Kraftwerke an der Thur oder an deren Zuflüsse beeinträchtigen das Wasserregime - und ähnelt einem Wildbach. Das Abflussregime zeichnet sich durch geringe Niederwasserführung und durch sehr rasch ansteigende, im Vergleich zum Mittelwasser extreme Hochwasserspitzen aus (Herbst 2002). Im Rahmen der zweiten Korrektur⁶ wurden die Abschnitte von Pfy (ca. km 10,6) bis nach Schöffäuli/Fahrhof (ca. 19.9 km) renaturiert. Im Rahmen dieser Renaturierung finden wissenschaftliche Studien statt, welche die Wirkung der Massnahmen auf verschiedene Tier- und Pflanzengruppen untersuchen.

Im Bereich der Avifauna dieses Gebiets wurde vom Thurgauer Vogelschutz (TVS) 2001 (neun Jahre nach den ersten Renaturierungen) zum ersten Mal eine Untersuchung durchgeführt, beauftragt vom Amt für Umwelt Thurgau. Das Ziel der Studie war es, anhand der vorkommenden Avifauna eine erste Erfolgskontrolle der Aufwertungsmassnahmen durchzuführen. Die Resultate der Kontrolle werden in Kapitel 6, im Bezug auf die untersuchten Arten in dieser Arbeit, in die Diskussion miteinbezogen.

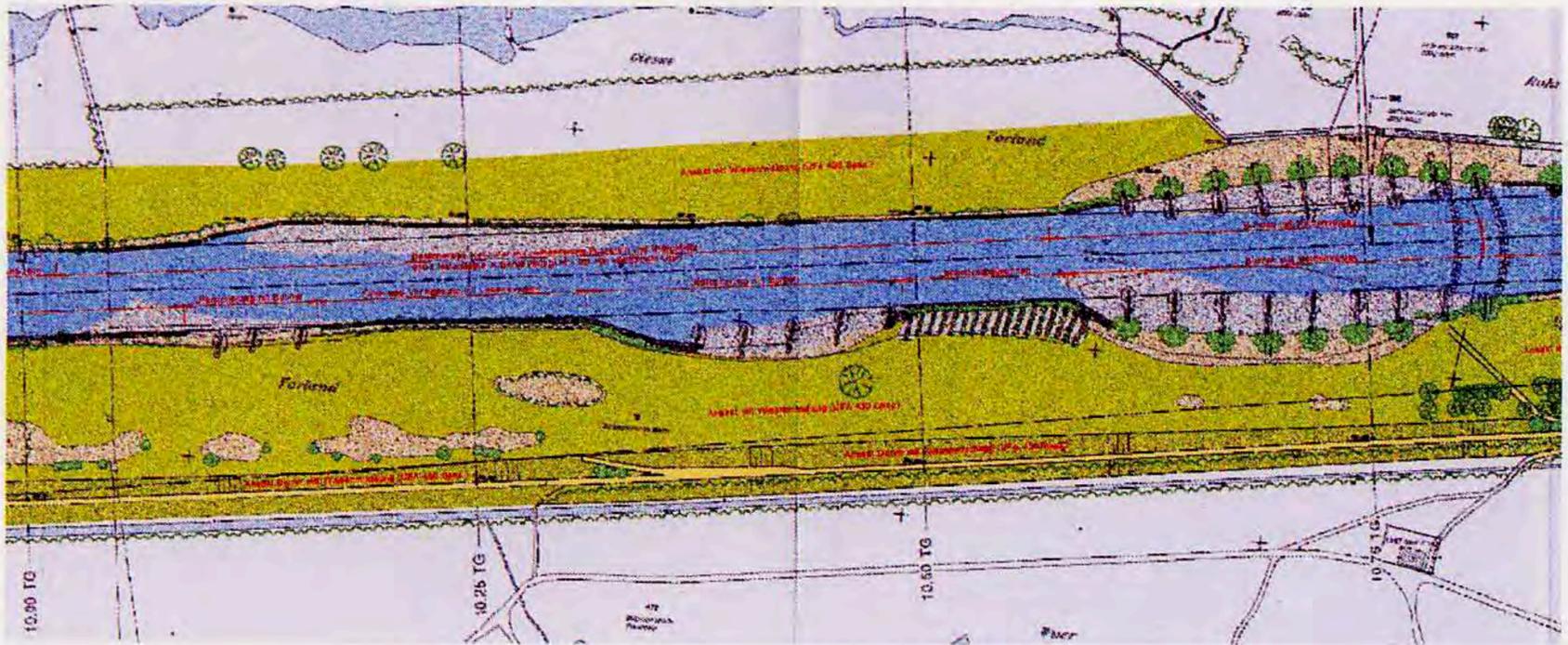
Die ökologische Aufwertung umfasst sowohl die Schaffung von Kies- und Sandflächen als auch die Revitalisierung der Altläufe, was sich beides auf die Avifauna, also auf das Auftreten von Arten und deren Häufigkeit, auswirken dürfte (Müller-Buser 2001). Dank der neugestalteten Thur hat sich das Flussbett (zwischen Pfy und Mündungsgebiet Schöffäuli) abwechslungsreich und vielgestaltig entwickelt. Es entstanden und entstehen neue Lebensräume und Strukturen: Schotter- und flache Kiesufer, Schnellen und Bühnenköpfe, Wirbeltöpfe und Kolke, turbulente Strömungsbereiche und Hinterwässer, Steilufer mit Schafinen, lückigem oder weiterhin dichtem Blockverbau (Müller-Buser 2001).

Karte 2:

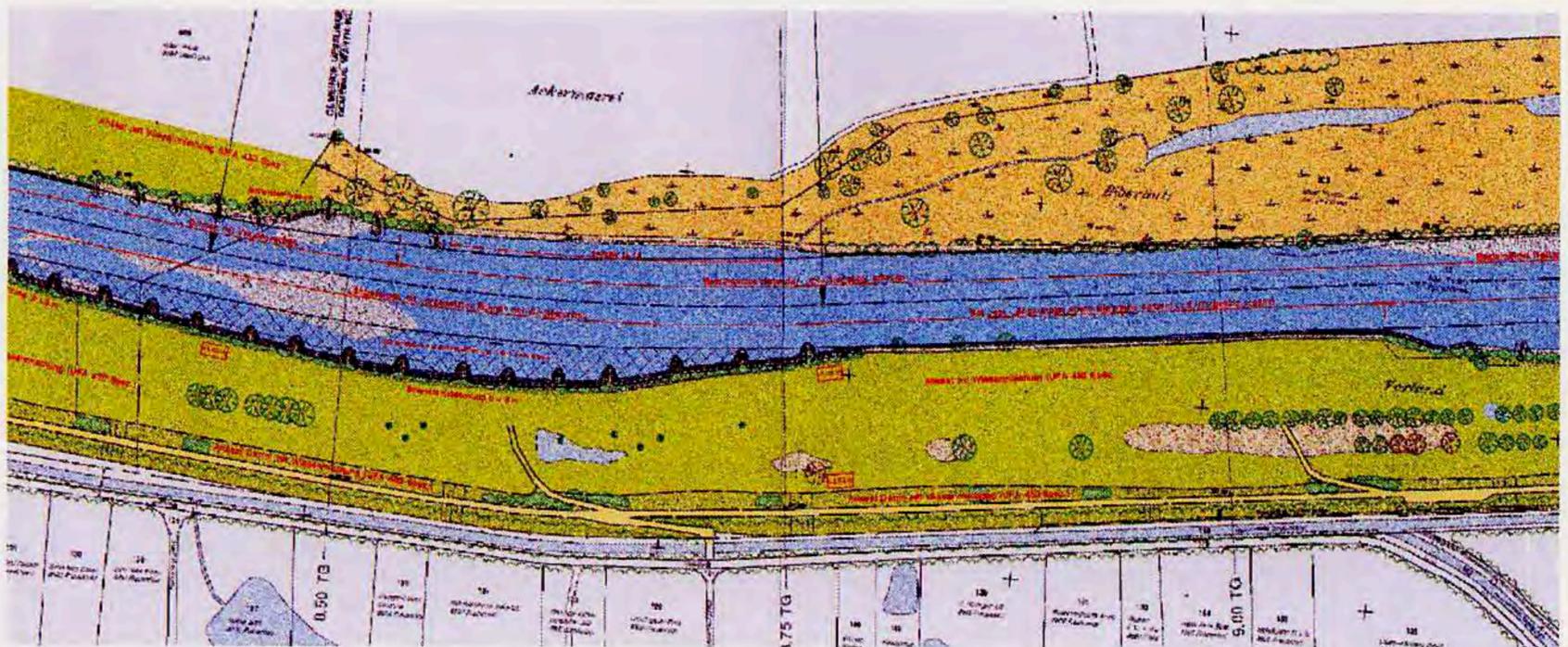
TF1: Rorer- bis Uesslingerbrücke (1993 – 1996 renaturiert). 3 km Uferlänge neu geschaffen, Flachufer mit Kiesflächen, verdichteter und lockiger Blockwurf, Naturufer und Flachufer (Kanton Thurgau 2001)

TF2: Uesslingerbrücke bis Steg (Kanton Thurgau 1997)

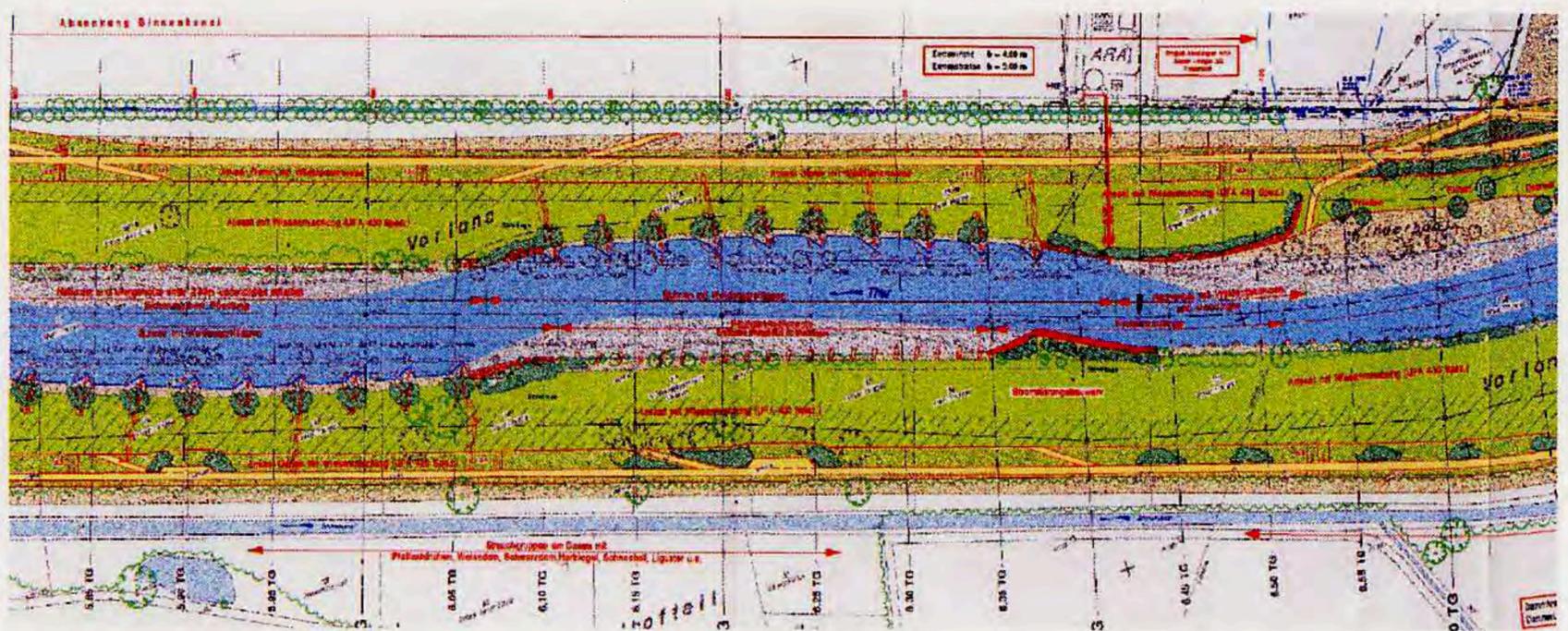
⁶ Die Korrektur hat als oberstes Ziel, die Hochwassersicherheit für Mensch, Siedlungen, Kulturland und Verkehrswege, einschließlich der Brücken und Stege, bei einem Jahrhundertereignis von 1600 m³/Sekunde zu gewährleisten. Zweites Ziel ist die ökologische Aufwertung des ganzen Flussgebietes, und drittens soll die Sohlenerosion reduziert werden. Dies alles soll durch die Vergrößerung der Durchflusskapazität erreicht werden, also durch eine Erhöhung und Verstärkung der Thurdämme sowie durch eine Absenkung der Vorländer und eine Ausweitung des Mittelgerinnes. Gleichzeitig sollen weitere Retentionsräume geschaffen werden, und das Grundwasservorkommen soll gesichert werden (Müller-Buser 2001).



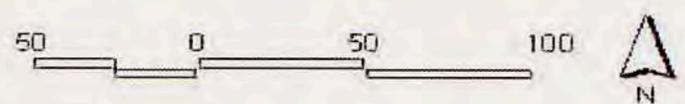
Teilfläche 1 (TF1)

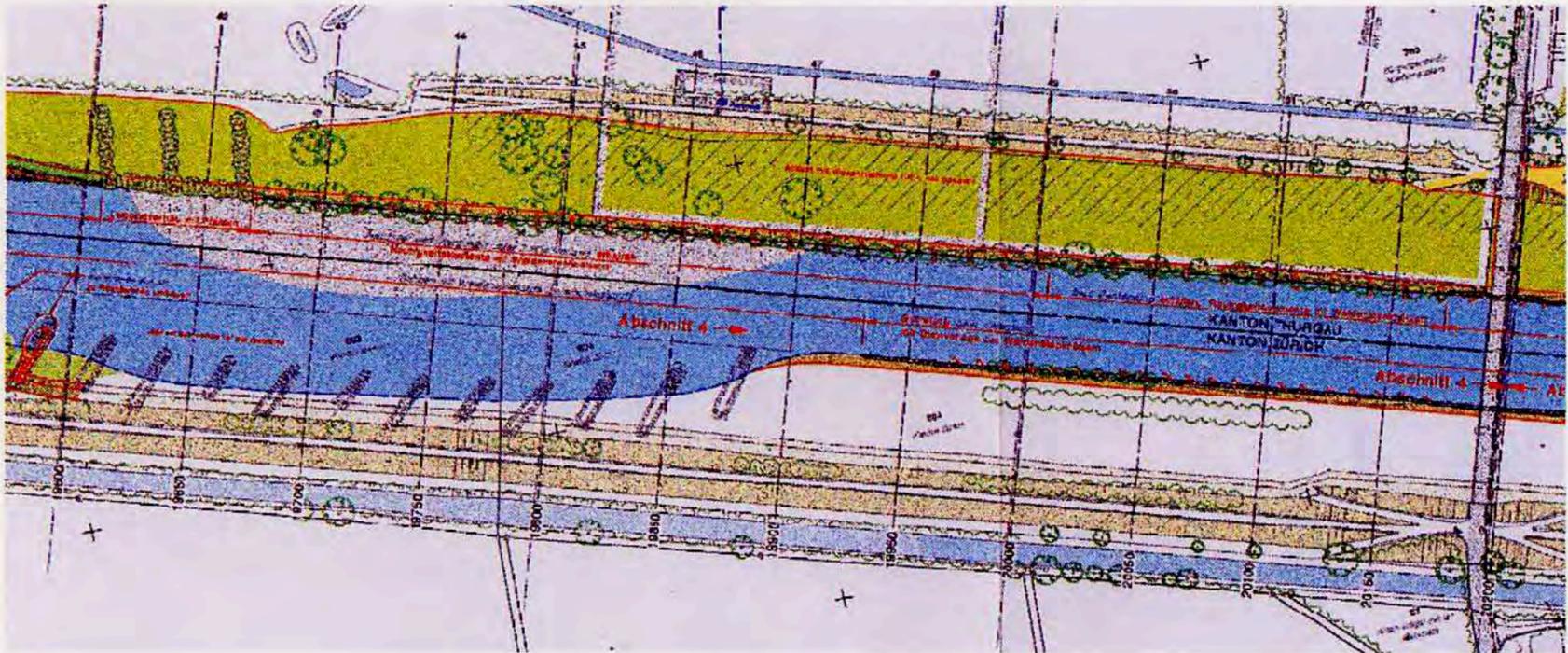


Teilfläche 1 (grosse Kiesinsel, Naturschutzgebiet - nördlich)

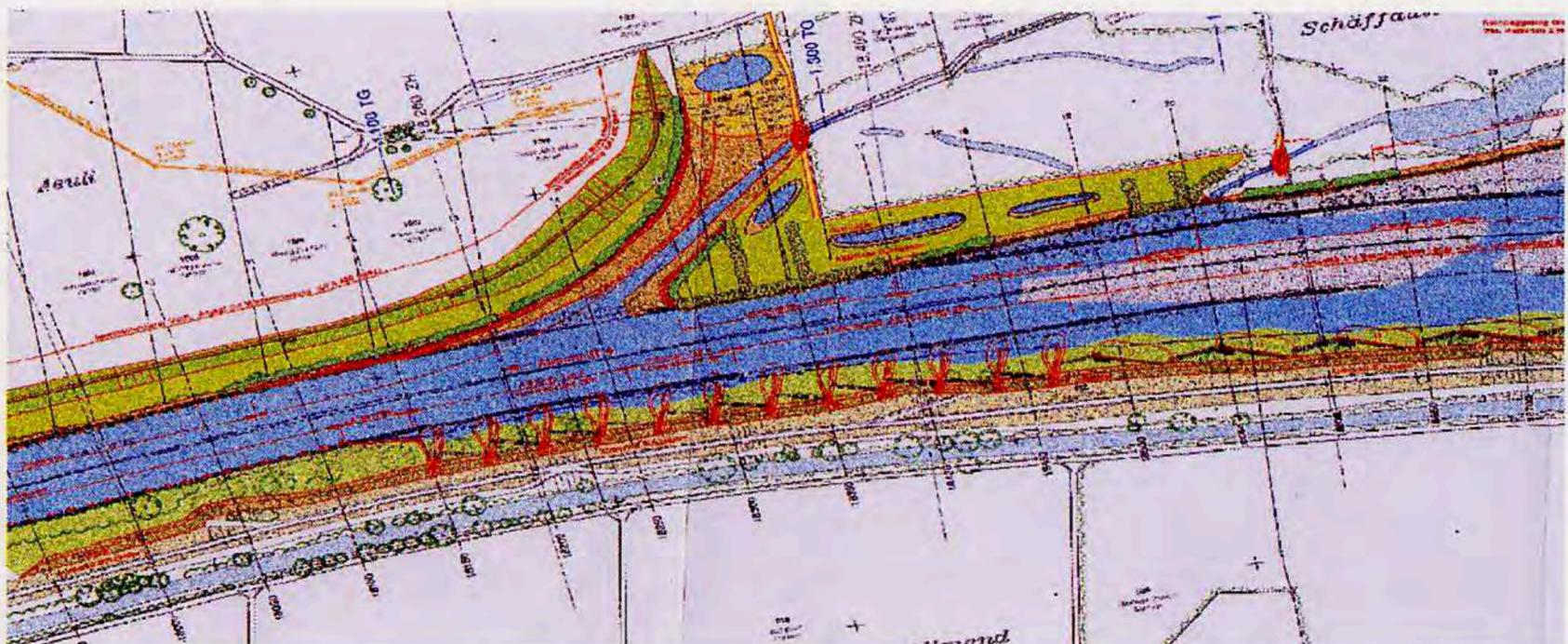


Teilfläche 2 (TF2)

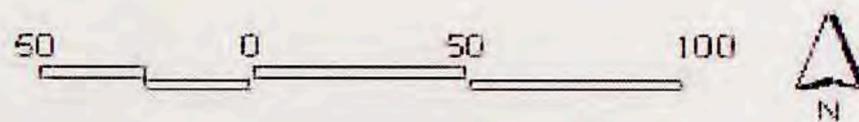




Teilfläche 4 (TF4)



Teilfläche 4 (Mündung Feuchtgebiet)



Karten 2:

TF4: Altikoner Brücke bis Mündung „Schäffäuli“ Fahrhof (1996/97 und 2002) vollständige Renaturierung der TF4, 2002 beendet. Auf Thurgauer Seite komplette Öffnung des Uferbereichs bis „Schäffäuli“, Auenwald von Nationaler Bedeutung (Auenobjekt Nr. 6), um eine bessere Entwicklung der Flussdynamik zu ermöglichen (Kanton Thurgau, 1997).

Das gesamte Untersuchungsgebiet von Warth (8°53'06.45" O, 47°34'51.57" N) bis Fahrhof (8°45'31.10" O, 47°34'41.70" N) misst 15,6 km Länge mit einer Gesamtfläche von 433 ha. Die Untersuchungsfläche wurde in vier Teilflächen unterteilt, die jeweils durch Brücken begrenzt sind (siehe Karte 1). Falls ein Zugang möglich war, wurden beide Uferseiten zu Fuss begangen (auf Teilfläche 1 sind $\frac{3}{4}$ des linken Ufers Naturschutzgebiet, deshalb ist der Zugang verboten – Biberreservat). Durchschnittlich besteht die Vegetation im Uferbereich aus einem schmalen Saum, der ein paar Zentimeter bis 5 m in das Thur-Vorland hineinreicht. Auf diesem Saum finden sich Pionierfluren, Röhrichte, Hochstaudenfluren, Auengebüsche und junge Weichholzaunenbestände (siehe Tab.2). Das Thur-Vorland selbst besteht zum grossen Teil aus Weideland (Kühe, Pferde). Vereinzelt findet man in TF1 und TF4 Hecken und Auengebüsche, Hochstaudenfluren und Wasserflächen (kleine Weiher). Es entsteht der Eindruck von ökologischen Ausgleichsflächen.



14: TF1 - Ueberblick (flussabwärts)



TF1 - grosse Insel



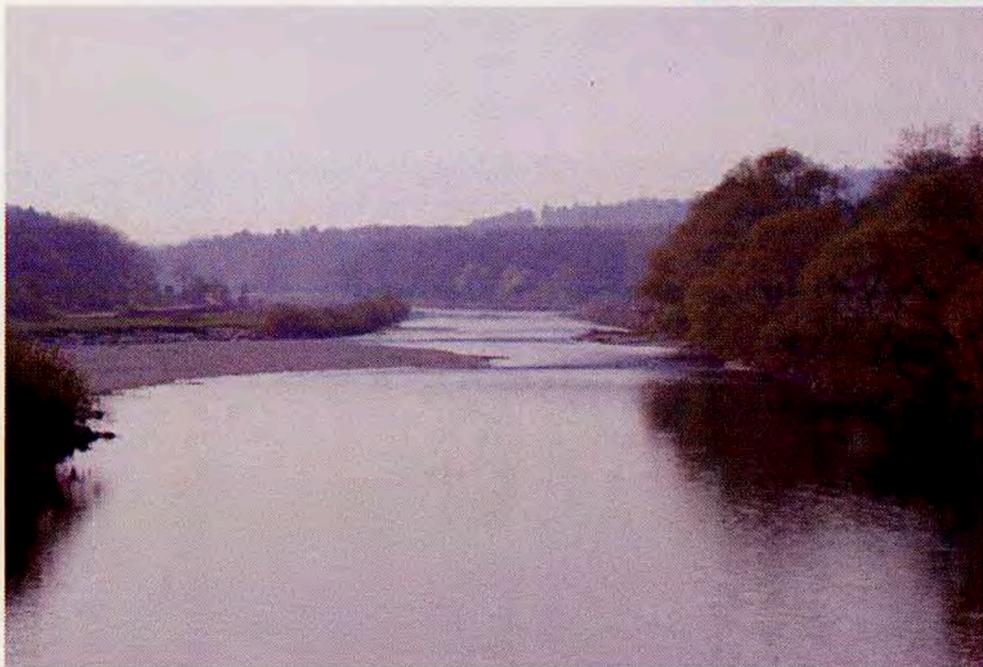
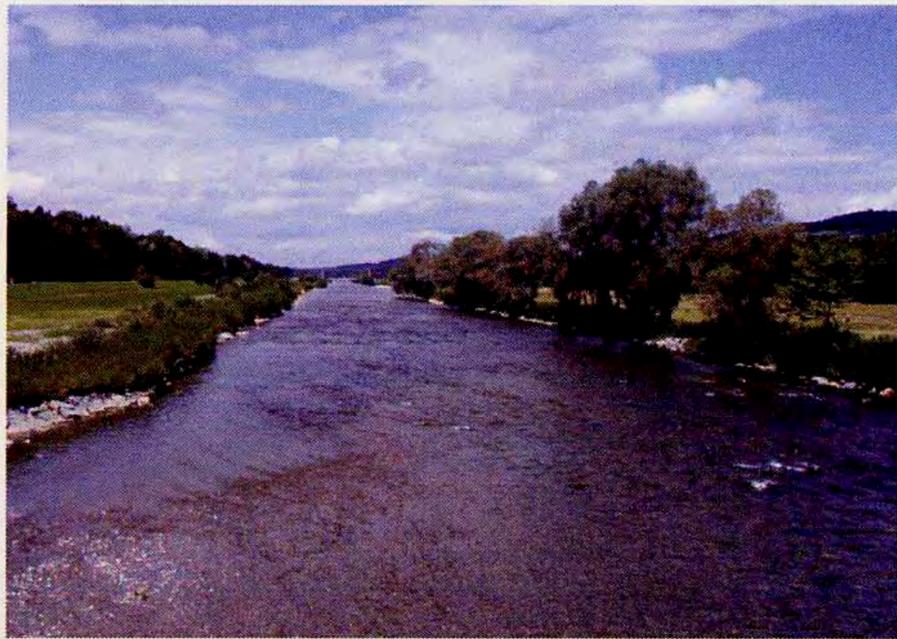
15: TF2 - Ueberblick (flussabwärts)



TF2 - grosse Uferbank

Abb. 14 – 17: Fotografische Darstellung der Untersuchungsgebiete, in Bezug auf die vorherigen Kartenausschnitte (Karten 2) (Baumann 2002).

16: TF3 - Ueberblick (flussabwärts)



17: TF4 - Blick auf grosse Uferbank

17: TF4 - Blick auf die Mündung
des Feuchtgebietes (Insel)

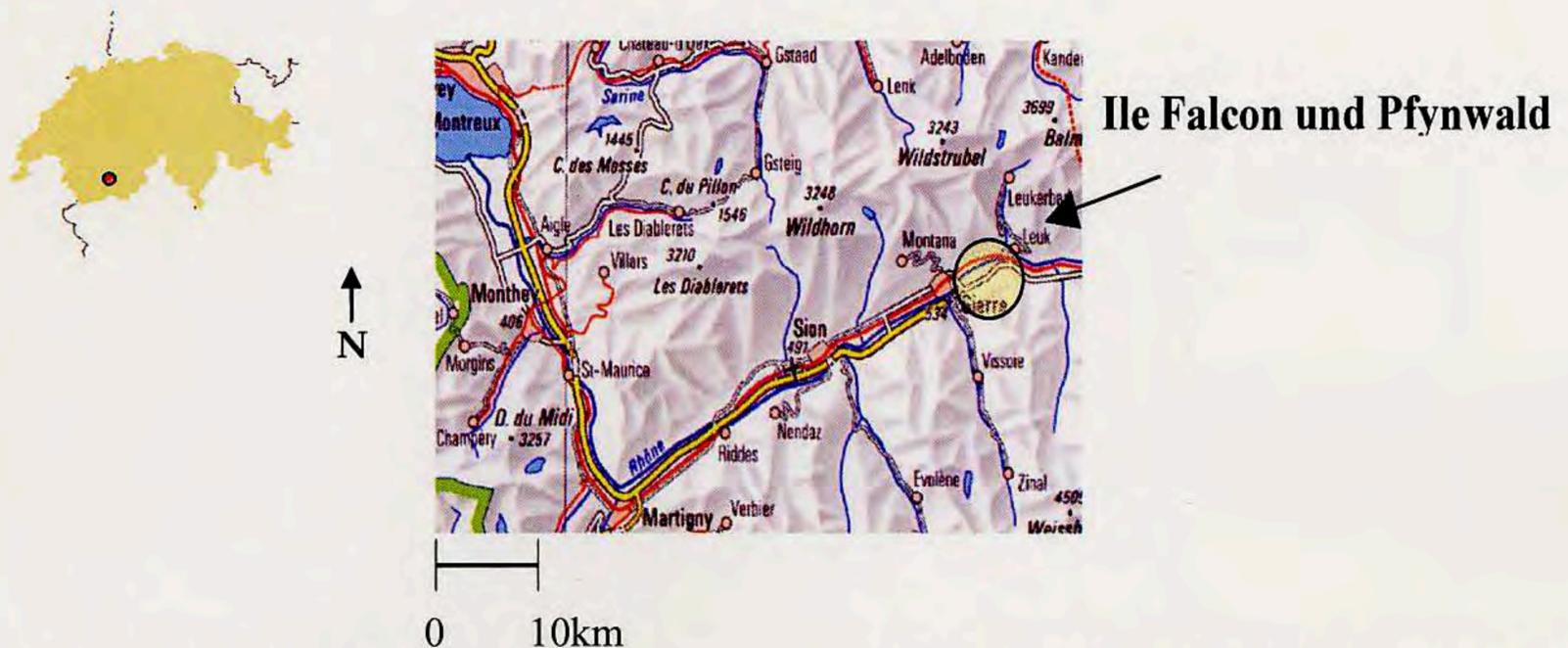


Abb. 14 – 17: Fortsetzung.

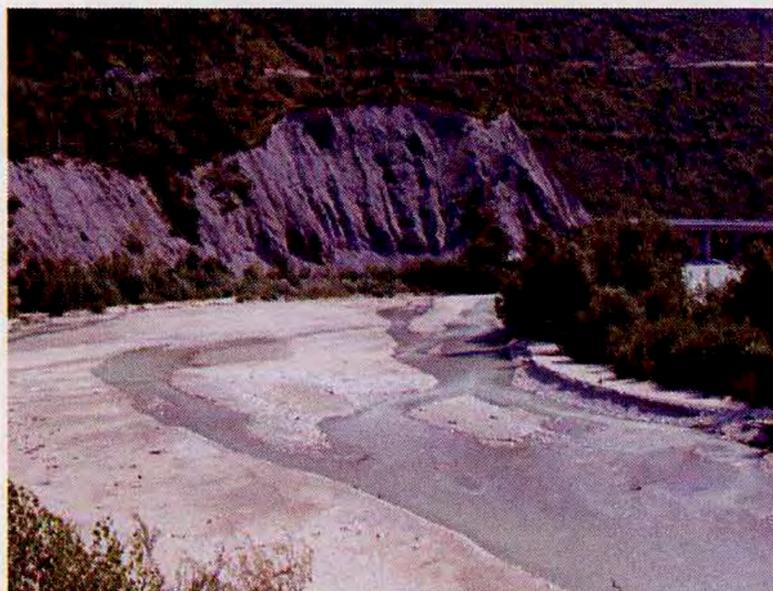
Tabelle 2: Teilflächen der Thur und Anteile der Kiesbänke an der Gesamtuferlänge bei Normalwasserstand (Müller-Buser 2001)

Abschnitte	Abschnitt-Länge (km)	Kiesbanklänge (km)	Anteil (%)	Fläche (ha)
Rorerb. – Uesslingerb.	3.8	1.37	18.0	121.6
Uesslingerb. – Steg	2.5	1.12	22.4	82.5
Steg – Altikoner Brücke	1.6	0.38	11.9	54.4
Altikoner B. – Mündung	2.7	1.52	28.1	85.1

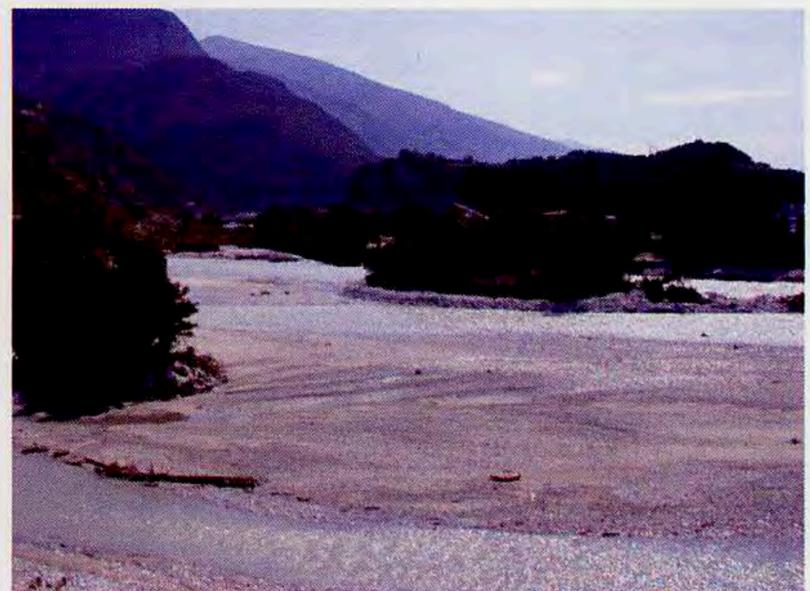
3.1.2 Rhone - Aufweitung und Referenzabschnitt



Karte 3: Übersicht: Rhone mit beiden Untersuchungsgebieten: Ile Falcon und Unterer Pfywald, gelb schraffiert (Bundesamt für Landestopographie 2000)



18: Ile Falcon, hinterer Bereich



19: Ile Falcon, vorderer Bereich

Abb. 18 - 21: Ile Falcon und der Untere Pfywald mit jeweils zwei Bilder – April 2002 (Baumann 2002)

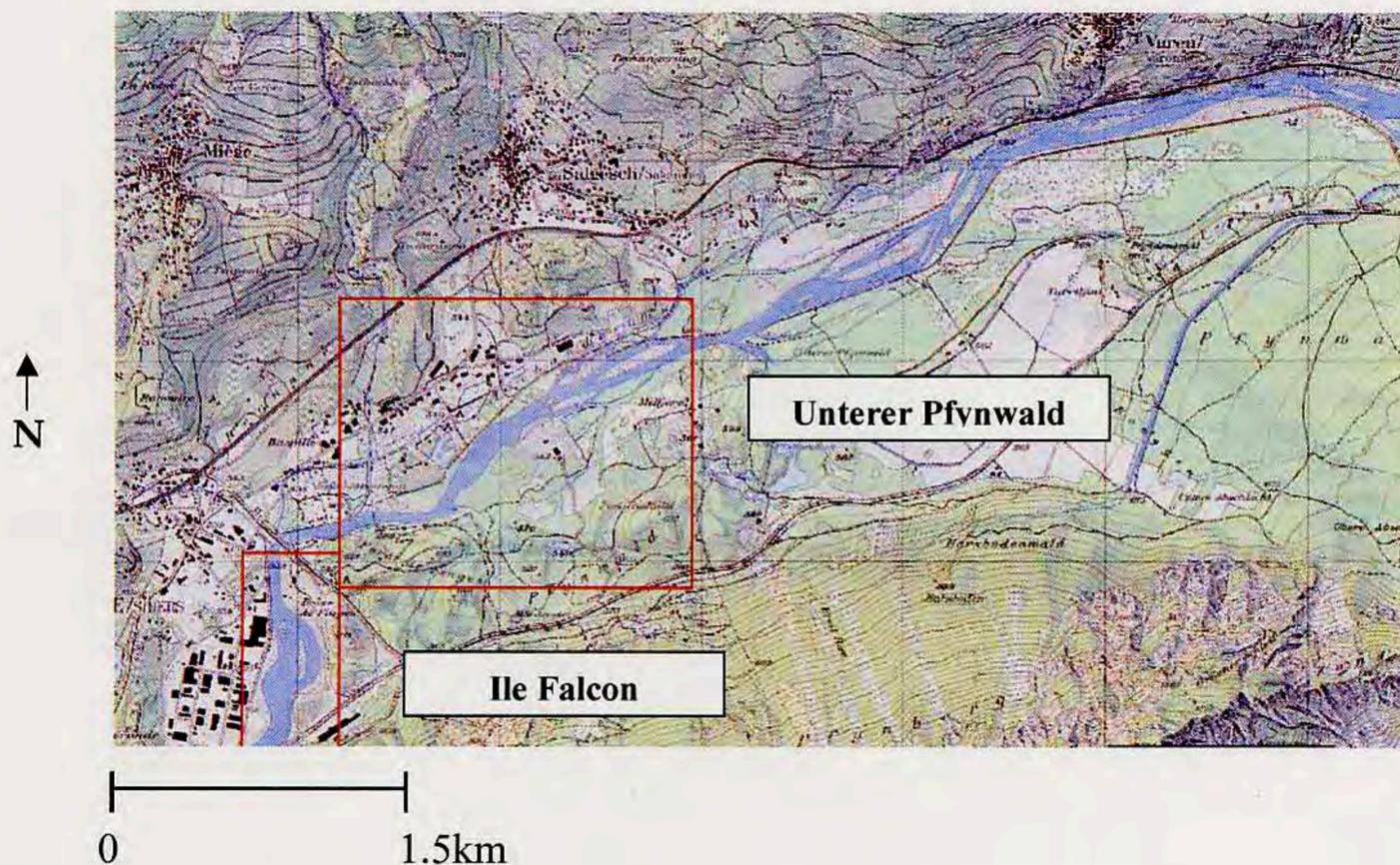


20: Unterer Pfywald



21: Unterer Pfywald

Abb. 18 - 21: Fortsetzung (Baumann 2002)



Karte 4: Beide Untersuchungsgebiete (Bundesamt für Landestopographie 2000)

Die Rhone entspringt am Rhonegletscher (8°22'53.62" O, 46°34'45.44" N, 2'431 m ü.M., Grimsel-Massif) und mündet in den Genfersee (6°51'33.88" O, 46°23'46.30" N, 370 m ü.M). Ab Genf fließt die Rhone auf französischem Boden, und mündet im Mittelmeer. An der Schweizer Rhone wurde schon zwischen 1862 - 1876 die erste Korrektur durchgeführt (Bauer 2002). Die Rhone wurde ab 1934 in drei Etappen ein zweites Mal korrigiert (1. Etappe 1934 – 1942, 2. Etappe 1945 – 1949 und 3. Etappe 1950 – 1961) und somit bis auf wenige Abschnitte völlig verbaut.

Der einzige naturnahe Abschnitt an der Rhone Pfynwald befindet sich zwischen Brig und dem Genfersee, bei Flusskilometer 86-94. Die 3. Rhonekorrektur⁷ befindet sich zurzeit in Planung und wird 2003 beginnen.



Abb. 22: Modelle der Rhone heute und morgen (Schulz, 2003)

Um 1950 wurden zusätzlich zu den wasserbaulichen Veränderungen die Anzahl und Kapazität der Speicherwasserkraftwerke im Einzugsgebiet der Rhone stark erhöht (Bauer 2002). Das Wasser wird in den Speicherseen im Sommer gesammelt und während den Wintermonaten wird damit Elektrizität erzeugt.

Ziele dieser Korrektur sind: Hochwassersicherheit, ökologische Aufwertung des Flussraums, Entwicklung von Erholungsraum. Das Rhoneprojekt ist aktuell das grösste flussbauliche Projekt in der Schweiz. Weitere Ziele sind die Revision der Richt- und Zonenplanung/LEK und der Erhalt aller Flächen mit geringem Schadenspotential als Retentionsräume. Dieses Projekt soll innerhalb von 30 Jahren umgesetzt werden. Es werden schwergewichtig drei bauliche Massnahmen vorgeschlagen: Anpassung des derzeitigen Ausbaus (unter anderem Verstärkung der Dämme), Aufweitung des Flussbetts oder die Schaffung eines zweiten parallel zur Rhone verlaufenden Gerinnes. Vom ökologischen Standpunkt aus gesehen, ist die Aufweitung des Flussbetts die beste Massnahme, da sich dann eher eine natürliche Flussdynamik mit einer gesunden Auenvegetation entwickeln kann (ChG 2001). Es werden mind. 16 Aufweitungsbereiche zwischen Brig und dem Genfersee entstehen. Damit sollte eine Entwicklung von ca. 200 ha dynamischem Flussraum ermöglicht werden. Diese Rhonekorrektur ist womöglich eine letzte Chance, die Rhoneebene für Fauna und Flora wieder aufzuwerten. Dazu werden sich verschiedene InteressensvertreterInnen aus der Wirtschaft, dem Wasserbau, dem sozialen und ökologischen Bereich an einen Tisch setzen müssen, um dieses Problem zusammen anzugehen.

Dies hat folgende Einflüsse: der Sommerabfluss wird verringert und der Winterabfluss erhöht, die Anzahl und Intensität von Hochwasserereignissen wird reduziert. Der „Schwall-Sunk“ Betrieb (engl. Hydropeaking)⁸ bewirkt jedoch tägliche Wasserstandsschwankungen von bis zu 80 cm und mehr (Bauer 2002).

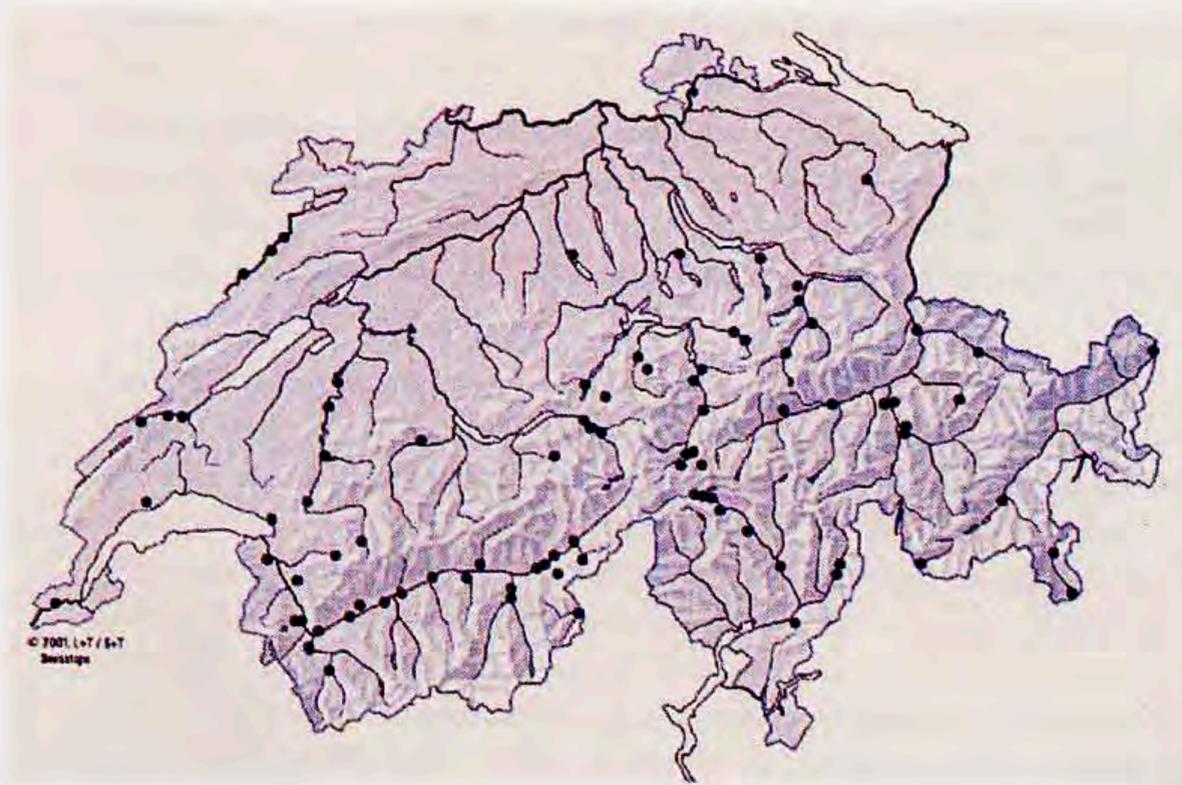


Abb. 23: Schwallerzeugende Kraftwerk (> 300 KW) in der Schweiz – Quelle: Limnex 2001 – (Schulz, 2003)

Die Abbildung 23 zeigt über 90 schwallerzeugende Wasserkraftanlagen in der Schweiz. Ein Viertel dieser Kraftwerke haben eine Grössenordnung von > 300 KW. Die Schwerpunkte der Schwallzonen befinden sich im Jura und im Alpenraum. Die Länge aller mittleren und grösseren Fließgewässer ist zu rund 1/3 durch Schwalleinfluss geprägt (Schulz 2003). Zwischenergebnisse aus Forschungsuntersuchungen haben bereits erwiesen, dass aquatische Zönosen auf Schwallbetrieb sensibel reagieren (hydrologische Veränderungen, Temperatur, Sauerstoff etc.). Terrestrische Zönosen scheinen eher auf morphologische Faktoren (Zunahme der Tiefe, Breite und Strömungsgeschwindigkeit; Verstärkung der Trübung, mehr Kolmation; Veränderung der Habitatstruktur) zu reagieren (Schulz 2003).

Schwall und Sunk: künstliche tagesrhythmische Abflussschwankungen (Schwall = Hochwasser, Sunk = Niederwasser), die durch die Einleitung aus Wasserkraftwerkzentralen zur Deckung von Stromspitzenbedarf entstehen (meist an mittleren bis größeren Fließgewässern, z.B. Rhone, Inn); Verbreitung in der CH: ca. 100 schwallerzeugende Zentren (im Vergleich zu Frankreich: ca. 150 schwallerzeugende Zentren) davon 1/5 im Wallis. Dementsprechend ist der Schwall-Sunk Effekt eher moderat. Wichtig zu berücksichtigen ist, dass man Schwall und Sunk in einem Verhältnis beschreibt. Zum Beispiel 3 bis 4 :1 = ökologisch vertretbar (Schwall:Sunk); im Fall von Sion ist es z.B. 4 bis 5:1, das heisst die Pegeldifferenz ist bei Brig 20cm und bei Sion 1-2m. Bei ökologischen Untersuchungen muss darauf geachtet werden, dass der Schwall / Sunk Effekt einen Einfluss auf die Morphologie und die Hydrologie des Flusses hat. Ein Beispiel: Bei Mastrils (Alpenrhein, naturnaher Abschnitt) ist das Verhältnis 6 bis 7:1, doch da die Morphologie relativ schwach beeinträchtigt ist, finden einige Lebewesen bei Sunk Refugien (Baumann, P. & L. AG, 2003).

Gravierende Auswirkungen auf abiotische und biotische Komponenten des Flussökosystems zeichnen sich ab, daher sind Kombinationen von morphologischen und hydrologischen Sanierungsmassnahmen erforderlich. Morphologische Aufwertungen können zum Beispiel schwallkompensierende Wirkungen auf die terrestrische Fauna haben, doch muss die aquatische Fauna entsprechend berücksichtigt werden. Dafür müssen kritische Grenzwerte bestimmt werden (bezüglich Schwallfaktor bzw. Höhe der Schwallamplitude). Die Rhone ist somit ein hydrologisch und morphologisch stark beeinträchtigtes Fließgewässer.

Die untersuchte Aufweitung im Wallis befindet sich auf der Höhe von Sierre, Ile Falcon (7°33'16.42" O, 46°51'39.06" N, 529 m ü.M., 1 km lang, 500 m breit), in einem Industriegebiet. Sie ist aufgrund des Autobahnbaus der A9 in den 90er Jahren als Ausgleichsmassnahme entstanden. Die Ile Falcon erhält im Rahmen der Kiesentnahme jährliche Managementrichtlinien vom Amt für Verkehr und Umwelt in Sion, wo und zu welchem Zeitpunkt Kies entnommen werden darf. Die Richtlinien basieren auf Untersuchungen, Forschungen und Berichten, die jährlich von Fachleuten im Bereich Oekologie (Fauna und Flora) erstellt werden, um damit die Entwicklung von Tier- und Pflanzengruppen in einem dynamischen Lebensraum zu fördern.

Karte 5: Ile Falcon – Aufweitung
(Bundesamt für Landestopographie 2000)

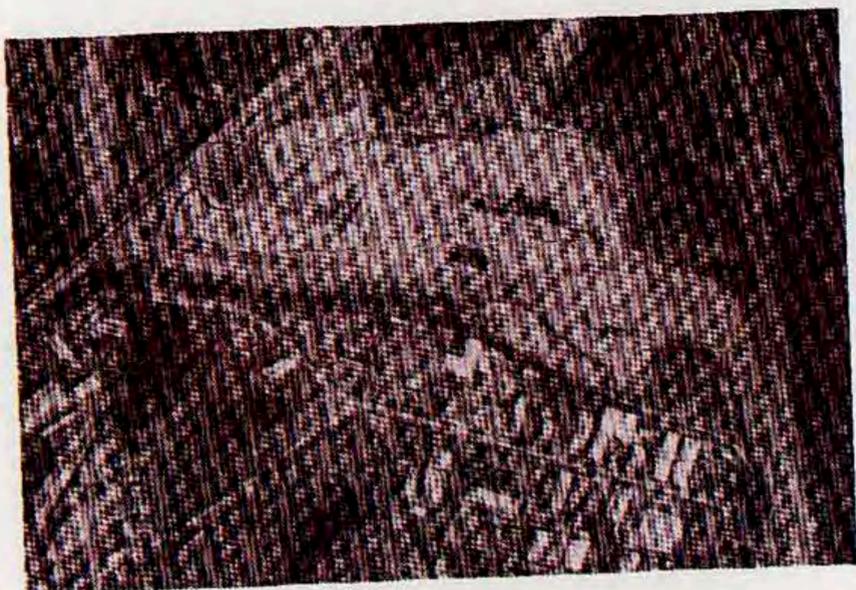


Abb.24: Ile Falcon Luftbild von November 2000,
mit wenig Wasser



Zugang zum hinteren Bereich mit Kieswall abgetrennt



Kein Wasser - Kiesentnahme



Restwasser von einem Teilgerinne



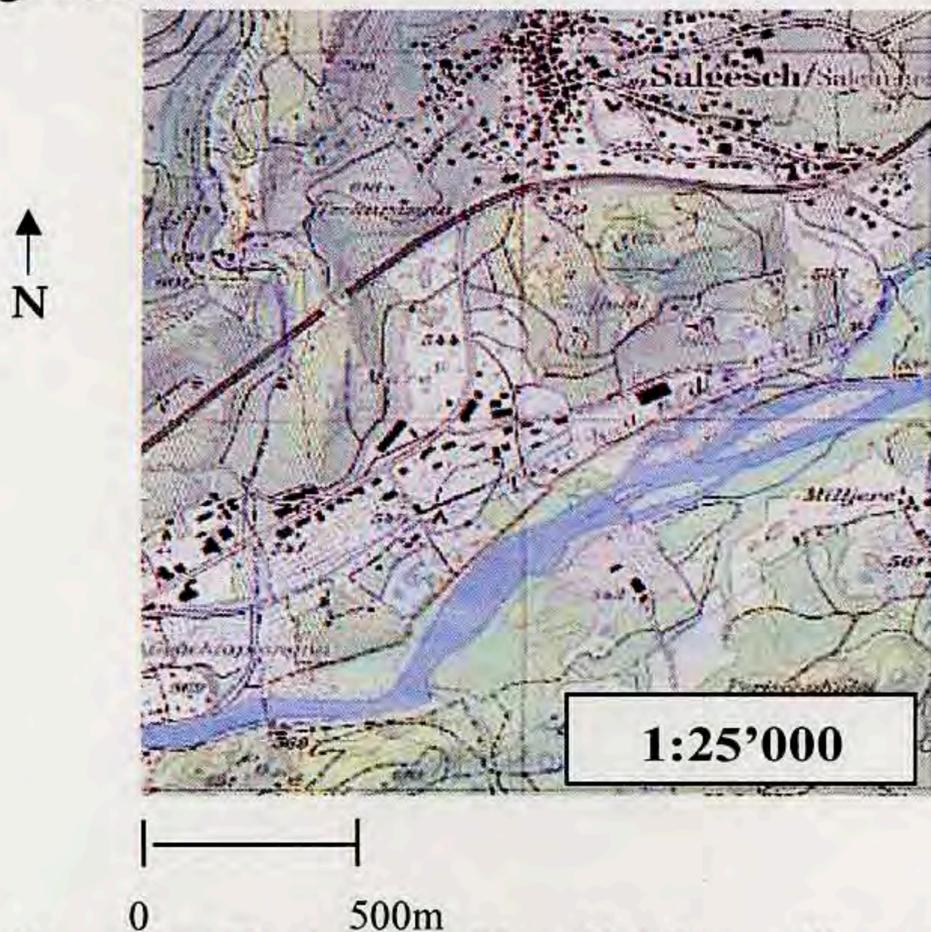
künstlicher Steinwall zur Wasserabtrennung



Abb. 24: Ile Falcon – Veränderung der Strukturen durch regelmäßige Kiesentnahme (Baumann 2002)

Ile Falcon besteht aus zwei grossen, zu ca. 80% vegetationsbedeckten Kiesinseln (Weiden-gebüsch, Hochstaudenfluren, 5-10m hohe Auenwaldbaumarten) im Zentrum der Aufweitung, die von drei Nebengerinnen umgeben sind. Je nach Management der Kiesentnahme, d.h. der Zuschüttung des Zugangs des Wassers vom Hauptgerinne zum hinteren Bereich der Aufweitung, haben wir es mit mehreren Teilgerinnen zu tun, die dann abgetrennte Wasserflächen und feuchte Sand/Schllick-Bereiche aufweisen. Ferner gibt es mehrere kleine vegetationslose Inseln, die je nach Wasserstand auftauchen oder verschwinden (Pionierflächen).

Als Referenzabschnitt („naturnah“) für die Untersuchungen wurde der Untere Pfywald⁹ – 500 m nördlich (flussaufwärts) der Ile Falcon (7°33'16.42" O, 46°17'26.66" N, 529 m ü.M.) – bis auf die Höhe von Salgesch (7°34'57'47" O, 46°18'20.96" N, 551 m ü.M.) untersucht. Mit ihren über 30 Inseln ist sie eine der spektakulärsten noch einigermaßen „naturnah“ erhaltenen Flusslandschaften der Schweiz. Der Pfywald weist eine einzigartige und vielfältige Flora und Fauna auf (Kaufmann 2001). Vom Grauerlenwald über den grössten Föhrenbestand der Schweiz bis hin zu ausgeprägten Weiden-Tamariskengesellschaften und farbenfrohen Fleischers Weidenröschen auf den kahlen Kies- und Sandbänken, finden wir dort eine faszinierende, vielfältige und dynamische Auenlandschaft vor. Seit mehreren Jahren sind dort regelmässig ca. 8 – 10 Brutpaare von Flussregenpfeifern und Flussuferläufern zu beobachten. Für den Vergleich mit den untersuchten Aufweitungen wurde deshalb dieses Gebiet mit seinen vielfältigen dynamischen Habitaten ausgewählt.



Karte 6: Unterer Pfywald
(Bundesamt für Landestopographie 2000)

Die Nutzungskonflikte im Gebiet Pfywald sind gross: Kiesentnahme, Strassen- und Infrastrukturbauten (Bau der Autobahn A9) sowie Hochwasserschutzdämme gefährden dieses national bedeutende Auengebiet. Die eingeleiteten Schutzkonzepte und neue Revitalisierungsmassnahmen versuchen nun, die Dynamik des Pfywaldes zu erhalten und gleichzeitig die Nutzung des Gebietes zu optimieren. Die Verbreitung des Gerinnes durch Versetzen oder Aufheben von Dämmen bedingt ein neues Hochwasserschutzkonzept. Die reduzierte Transportfähigkeit des Flusses, aufgrund einer Wasserentnahme oberhalb des Pfywaldes, wird durch Entnahme von Kies kompensiert. Die Mittel aus der Abbaukonzession werden für Schutzmassnahmen verwendet (Kaufmann 2001). Genauso wie bei der Ile Falcon, wird der Pfywald ökologisch laufend untersucht, so dass bei Bedarf eine Anpassung bei der Kiesentnahme rasch möglich ist.

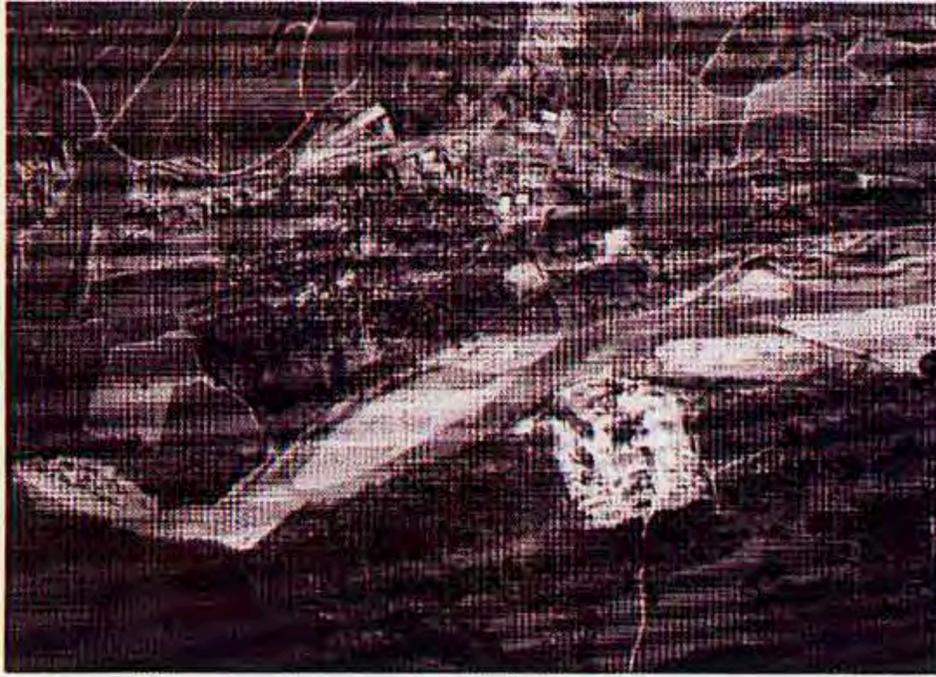
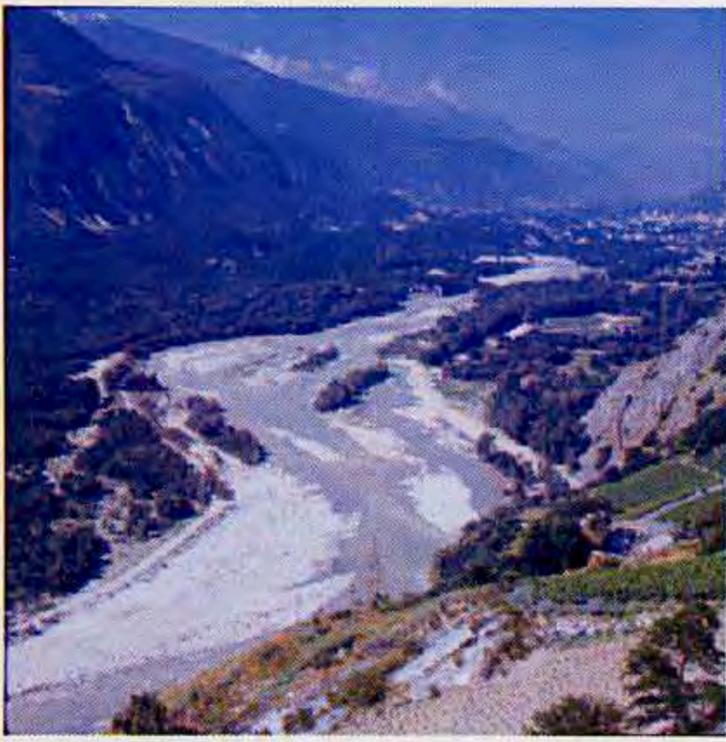
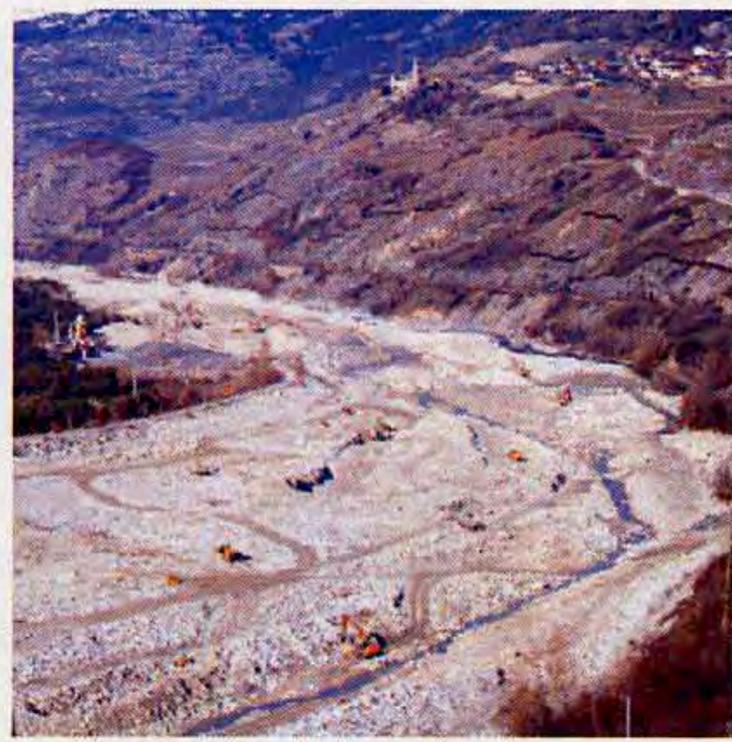


Abb. 25: Luftbild: Unterer Pfynwald (Kanton Wallis 2001)



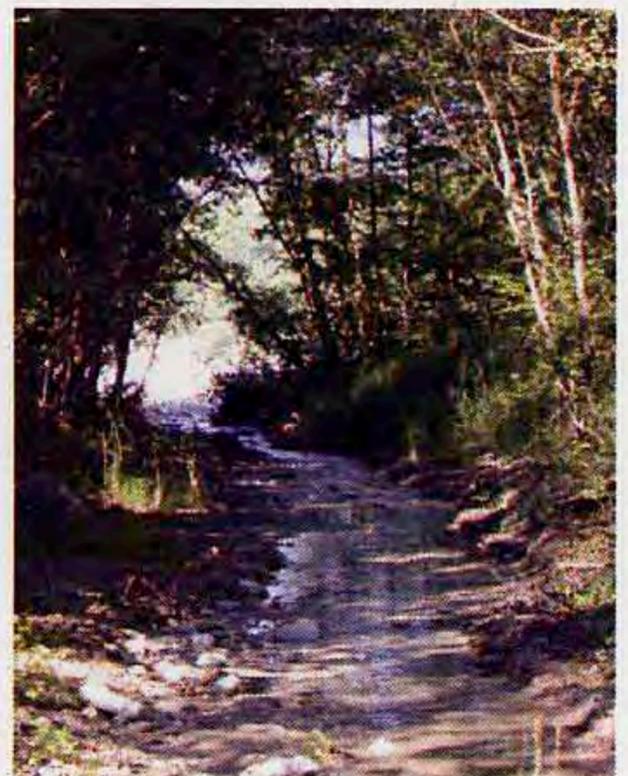
Umlagerungsstrecke



Kiesabbau

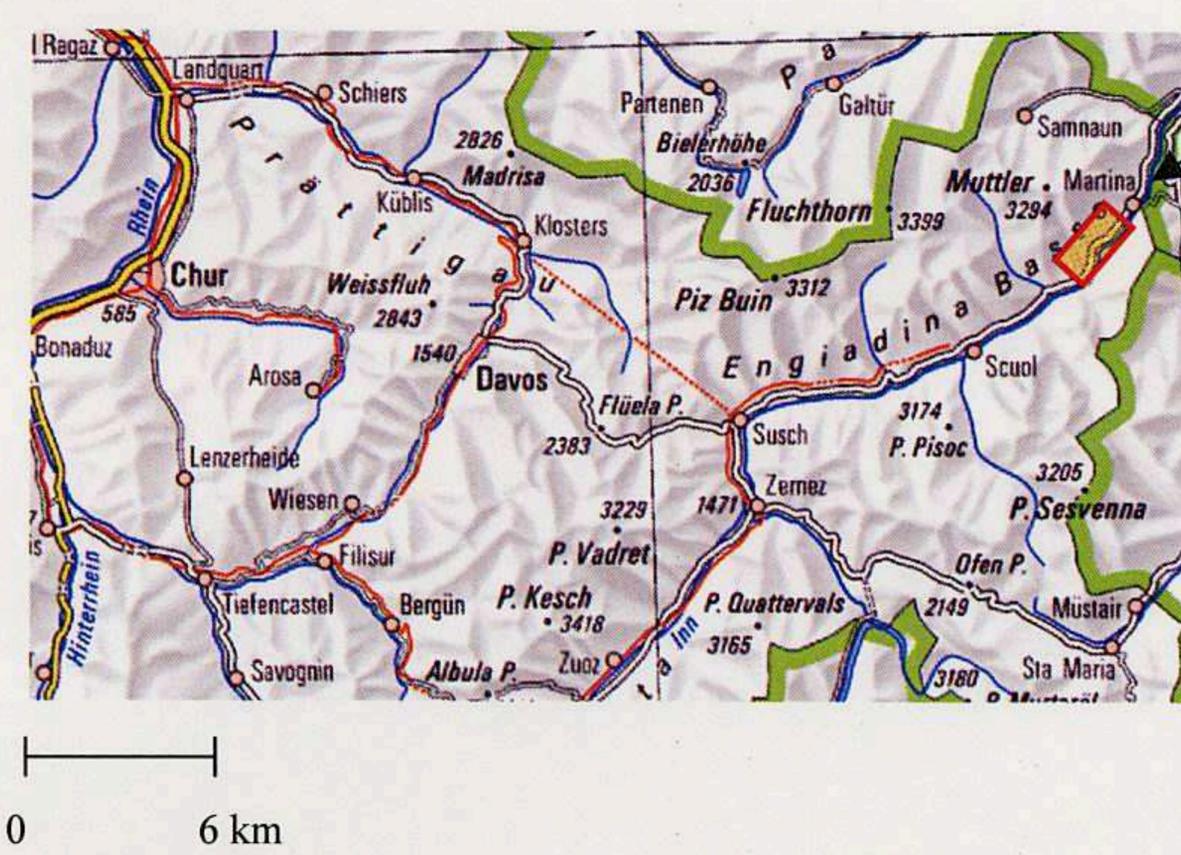
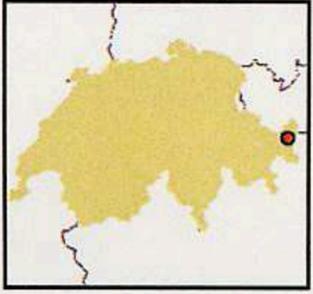


Altarm

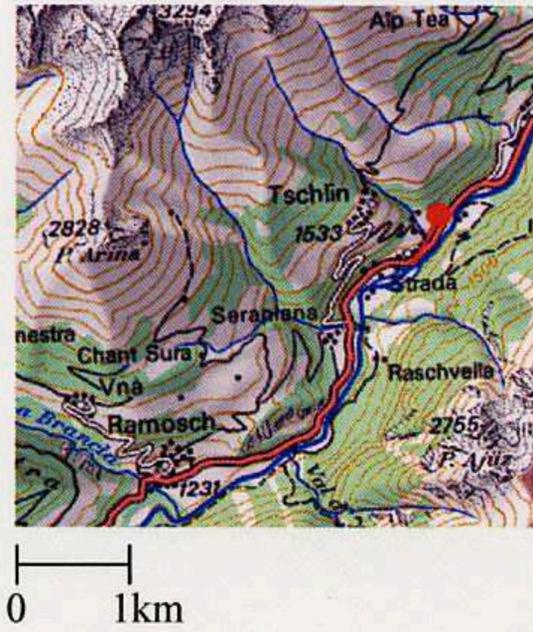
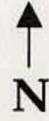


Altarm

Abb. 26: Verschiedene Habitate des Unteren Pfynwaldes (Baumann 2002; Oggier 2000)



Strada-Aufweitung



Karte 7: Strada – Aufweitung, Inn (Bundesamt für Landestopographie 2000)

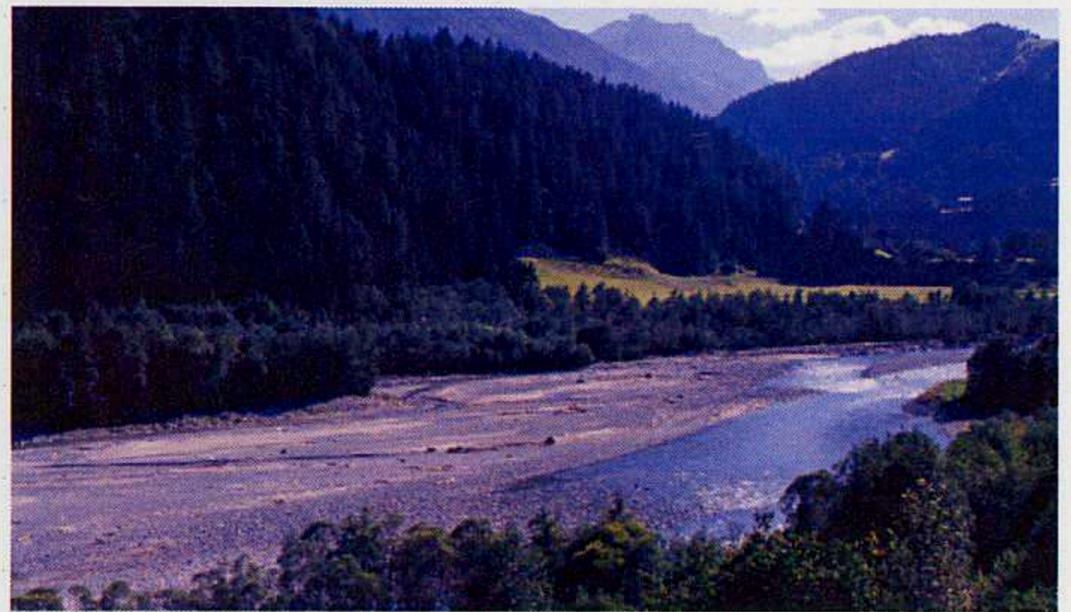
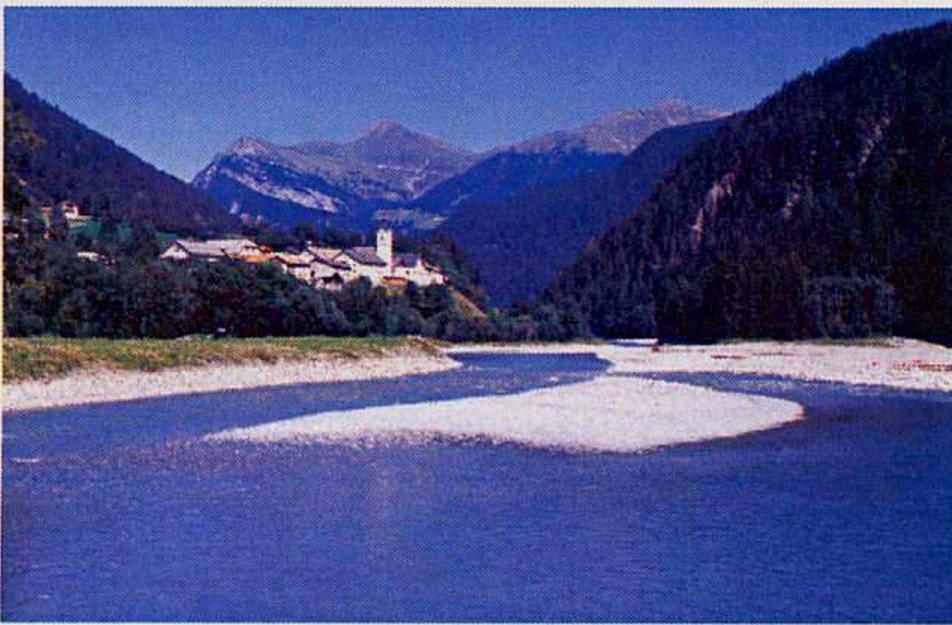


Abb. 27: Inn, Strada – Aufweitung (Schulz, 2003)

Die Aufweitung (Innauen im Unterengadin) des Inns bei San Nicl -Strada ($10^{\circ}25'59.41''$ O, $46^{\circ}51'39.06''$ N, ca. 1070 m  .M., Strecke 0,5 – 1km lang) war bis jetzt das grösste der realisierten Aufweitungsjekte der Schweiz.

Bis Ende der 90er Jahre wurde der Auenbereich durch Kiesabbau genutzt, der ehemals verzweigte Inn war auf eine Breite von 50 bis 80 m eingengt (Schulz 2003). Durch den Bau der Umfahrungsstrasse von Strada (Gemeinde Tschlin, Unterengadin, GR) wurde eine Auenlandschaft von nationaler Bedeutung beeinträchtigt (Hürlimann 1998). Im Rahmen einer Kompensationsmassnahme gelang es, den Kiesabbau einzustellen und den Flussraum auf bis zu 230 m aufzuweiten, wodurch eine mehr als 20 ha grosse, dynamische Flusslandschaft entstand (Schulz 2003). Innerhalb weniger Jahre bildete sich in dem aufgeweiteten Bereich eine naturnahe, weitverzweigte Umlagerungsstrecke, die grosse Aehnlichkeiten mit der ursprünglichen, bis in die 60er Jahre bestehende Situation hat (Abb. 28).

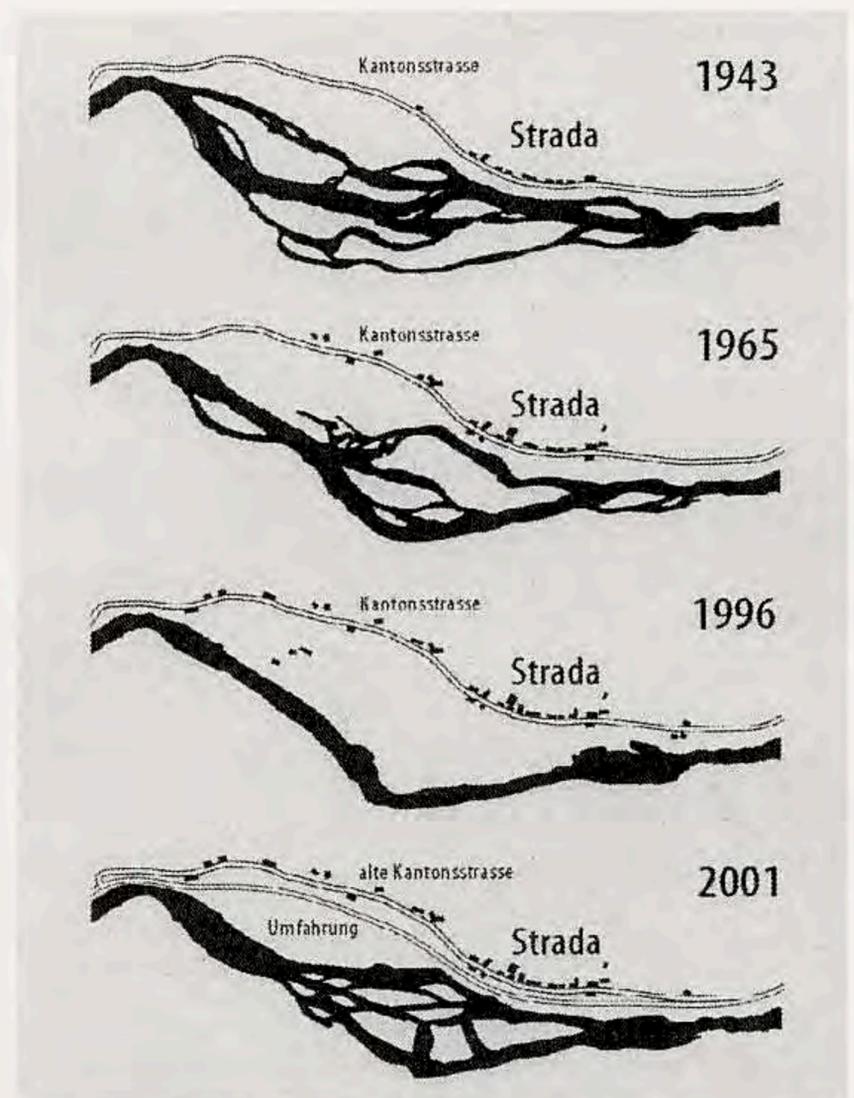


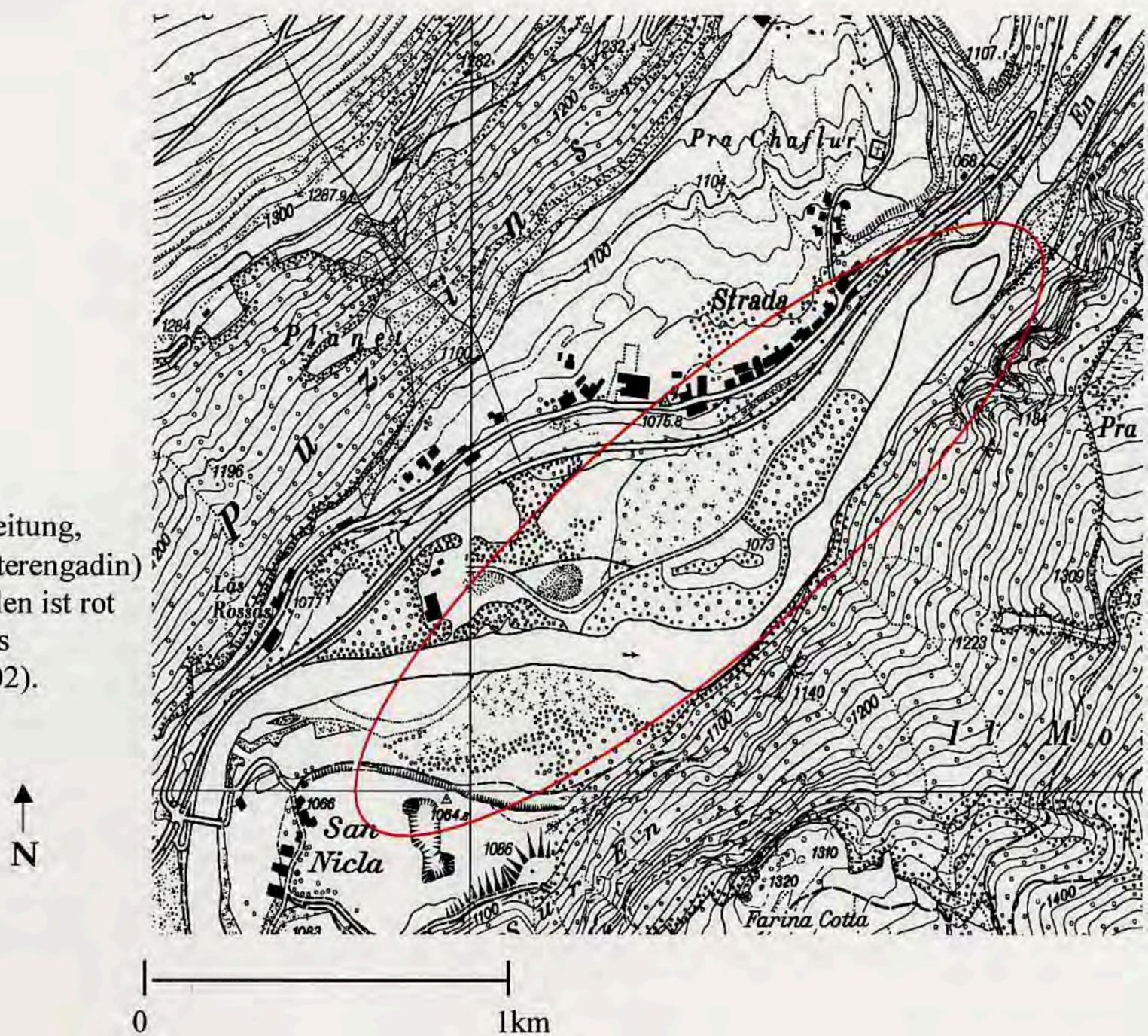
Abb. 28: Historischer Vergleich der Strada – Aufweitung, Inn (Schulz, 2003)

Im Bezug auf den Geschiebehaushalt und die Abflussverhältnisse sei hier auf die Problematik bei renaturierten Abschnitten hingewiesen. Diese Problematik ist allen Flüssen dieser Studie gemein.

Im Vergleich zum Referenzzustand¹⁰ werden die anfallenden Geschiebemengen immer bedeutend kleiner sein, da dem Inn flussaufwärts auch künftig Kies entnommen wird, d.h. die verbleibende Geschiebemenge wird unter den heutigen flussmorphologischen Bedingungen nur zu einer unwesentlichen Auflandung führen, so dass sich kurz- und mittelfristig kaum eine neue Aue bilden kann (Hürlimann 1998). Das Abflussverhältnis wurde durch die Inbetriebnahme der Kraftwerkstufe Pradella-Martina im Perimeter nachhaltig verändert. Durch die Energiegewinnung flussaufwärts befindet sich die Inn-Aue in einer Restwasserstrecke (wie die Rhone bei Pfywald) und verfügt im Vergleich mit dem Referenzzustand nur noch über ca. ein Drittel der gesamten Jahreswassermenge (Hürlimann 1998).

Das Untersuchungsgebiet wurde aus logistischen Gründen nicht begangen. Dank eines Ornithologen (Mathis Müller-Buser) der seit der Renaturierung (1999) alljährlich Untersuchungen für die Vogelwarte Sempach durchführt, konnten Daten übernommen und die Inn - Aufweitung in dieser Arbeit berücksichtigt werden. Seit der Renaturierung sind von beiden Arten 5 – 8 Brutpaare pro Jahr beobachtet worden.

Karte 8: Strada – Aufweitung, Inn, (Kt. Graubünden, Unterengadin) – das Gebiet mit Limikolen ist rot eingekreist (Regierung des Kantons Graubünden 2002).



¹⁰ Nach alten Dokumenten (Karten, Flugaufnahmen, Fotos) wies der Inn bei Strada maximal eine Breite von 250 m auf, war stark verzweigt und hatte viele vegetationslose Kiesflächen. Diese recht ausgedehnte Aue verdankt ihre Entstehung wohl weitgehend einem Seitenbach, was zu einem stark verzweigten Flusslauf führte (Hürlimann et al. 1998).



Abb. 29: Luftbild – Strada (Schulz, 2003)

Tabelle 3: Charakterisierung der Einzugsgebiete der Flüsse Thur, Rhone und Inn. Die Abflussdaten der Thur stammen von der Station Andelfingen (1904-2000), die der Rhone von der Station Sion (1957-2001) (BWG 2003)* und Riddes (Bauer 2002), die des Inns von Martinsbruck (südlich von Strada) (1970 – 2001) (BWG 2003). (** Genaue Angaben fehlen).

	Thur	Rhone	Inn
Länge (km)	127	166	._**
Höhendifferenz (m)	1150	1895	1745
Flussordnungszahl	5	*6	._**
Einzugsgebiet (km ²)	1750	5220	._**
Abflussregime	nivo-pluvial	glacio-nival	glacio-nival
mittlerer Jahresabfluss (m ³ /s)	47	484	279
maximaler Abfluss (m ³ /s) (Jahr)	1'130 (1999)	910 (2000)	485 (1987)
minimaler Abfluss (m ³ /s) (Jahr)	2.2 (1997)	290 (1942)	170 (1971)

4. Material und Methoden

4.1 Standort, Begehung und Gewässerstruktur

Als Standorte innerhalb der Untersuchungsgebiete, wurden alle vorhandenen Uferbänke und Inseln ausgewählt. Diese Auswahl ist auf die geringe Anzahl solcher überhaupt vorhandener Strukturen in den Untersuchungsgebieten zurückzuführen. Diese Uferbänke und Inseln wurden kartiert und mit GPS vermessen. Bei jeder Begehung wurden diese Standorte nach Vorkommen oder Nicht-Vorkommen der zwei Vogelarten kontrolliert und nach freien, nicht-unterspülten Flächenanteile dieser Strukturen, zum Beispiel bei Hochwasser, aufgenommen.

Die Begehungen starteten Ende April und gingen bis Ende Juli 2002. In einem zweiwöchigen Rhythmus wurden alle Untersuchungsgebiete ab Donnerstag (Thur) und Samstag (Rhone) begangen (Tab. 3.1). Jeweils von acht Uhr morgens an wurden die Untersuchungsgebiete entlang beider Uferseiten, von Standort zu Standort, abgelaufen (in keinem bestimmten Zeitrahmen) und die entsprechenden Parameter wurden aufgenommen. Beobachtung der zwei Vogelarten wurden kontinuierlich mit einem Fernglas () und anhand Lautäusserungen (als Vorbereitung wurden die Lautäusserung der beiden Arten auf CD eingehört) gemacht und notiert. Der Ausgangspunkt der Begehung war in der Regel immer fix und die Route verlief flussabwärts, direkt entlang des Flusses. Bei Vorkommen einer der beiden Arten oder bei beiden Arten, wurde während mehreren Minuten (ca. 15-20 min.) ihre Verhalten beobachten und notiert. Der Zeitaufwand pro Untersuchungsabschnitt war zwischen 4 - 6 Stunden.

Um eine Assoziation zwischen dem Vorkommen oder Nicht-Vorkommen der zwei Vogelarten (Flussuferläufer und Flussregenpfeifer) mit Strukturmerkmalen in Beziehung zu setzen, wurde ein Datenbogen mit folgenden Aufnahme - Parametern erstellt: Grösse der Uferbänke/Inseln (geschätzte Breite, Länge und Höhe), Substrattypen (Schluff/Ton (Sch/T), Sand (S), Kies (K) und Geröll (G) – jeweils in Prozenten angegeben), Vegetation (Deckungsgrade in Prozenten von Moosschicht <1 cm, Krautschicht <15 cm, Gras-Strauchschicht 15-150 cm und Strauch-Baumschicht >150 cm; unterstützt von vorhandenen Vegetationskartierungen an den Standorten (Rhode in Vorbereitung)), Hochwasserspuren (Totholz, temporäre Gewässer, angeschwemmtes Material jeglicher Art), Mosaikstruktur/Lebensraumvernetzung (nach Kategorien 0=keine, 1=schwache, 2=mittel, 3=starke Vernetzung), Art und Anzahl der Störungen (deskriptiv) und Uferentfernung (des jeweiligen Standortes). Die Standorte wurden zusätzlich mit GPS (mit einer durchschnittlichen Abweichung von ca. 5 m) vermessen und aufgenommen (Höhen-, Längen- und Breitenangaben). Alle Abschnitte

wurden während der ganzen Feldarbeitszeit fotografisch dokumentiert, um die saisonalen und hydrologischen Veränderungen der Flusslandschaft aufzuzeigen.

4.2 Avifauna

An den aufgeweiteten und den naturnahen Standorten wurde das Vorkommen oder Nicht-Vorkommen der beiden Vogelarten aufgezeichnet und die Anzahl Individuen gezählt. Von April 2002 bis Ende Juli 2002 wurden alle Gebiete im Zweiwochenrhythmus während mindestens eines halben Tages begangen. Dieses Vorgehen beinhaltete auch die Erfassung der Raumannsprüche/-nutzung der Arten (Verhalten, Territoriumsgröße). Beide Arten kehren nicht zeitgleich aus ihren Überwinterungsgebieten zurück. Der Flussuferläufer kann bereits ab Ende März/Anfang April der Flussregenpfeifer erst ab Mittel/Ende April beobachtet werden. Beide Arten wurden visuell, mit einem Falkenhorst Feldstecher (10x42 Nitrogen von WESO), oder akustisch erfasst. In allen Untersuchungsgebieten wurden Daten aus Beobachtungen von Ornithologen aus den Vorjahren berücksichtigt. Diese Daten wurden entweder in die statistische Analyse miteingebunden und/oder bei den Ergebnissen als Vergleichsbasis miteinbezogen.

Tabelle 3.1: Begehungsplan

<u>Tag</u>	<u>Monat</u>	<u>Uhrzeit</u>	<u>Gewässer</u>	<u>Kanton</u>
DO 11.	April	9 a.m	Thur	TG
SA 13.	April	8 a.m	Rhone	VS
DO 25.	April	9.30 a.m	Thur	TG
SA 27.	April	8 a.m	Rhone	VS
DO 9.	Mai	9.30 a.m	Thur	TG
SA 11.	Mai	8 a.m	Rhone	VS
DO 23.	Mai	9.30 a.m	Thur	TG
SA 25.	Mai	8 a.m	Rhone	VS
DO 6.	Juni	9.30 a.m	Thur	TG
SA 8.	Juni	8 a.m	Rhone	VS
DO 20.	Juni	9.30 a.m	Thur	TG
SA 22.	Juni	8 a.m	Rhone	VS
DO 4.	Juli	9.30 a.m	Thur	TG
SA 6.	Juli	8 a.m/21p.m	Rhone	VS
FR 18.	Juli	8 a.m/21p.m	Rhone	VS
SA 19.	Juli	21 p.m	Rhone	VS
SO 20.	Juli	21 p.m	Rhone	VS
DO 22.	Juli	9.30 a.m	Rhone	VS

4.3 Datenanalyse

Für jeden Gewässerabschnitt wurde die Gesamtzahl der Sichtungen von Flussuferläufer und Flussregenpfeifer berechnet. Mehrfach sightings derselben Individuen wurden - soweit möglich - vermerkt. Aufgrund insgesamt niedriger Stichprobengrößen, und weil das Untersuchungsdesign keine echten Wiederholungen beinhaltet, werden die Daten zum Vorkommen der Vögel lediglich deskriptiv dargestellt. Demgegenüber konnten Zusammenhänge zwischen spezifische Strukturparametern und dem Vorkommen bzw. Nichtvorkommen der Vögel mit Hilfe der sogenannten Assoziationsanalyse analysiert werden. Die Analyse beruht auf dem Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten zweier Binomialverteilungen mit Hilfe von „Fishers exaktem Test“. Dieser Test erlaubt die Analyse von niedrig besetzten Vierfeldertafeln (statt χ^2 - Anpassungstests). Die erste Binomialverteilung war das Vorkommen der Vögel (in den Ausprägungen vorhanden/fehlend), die zweite Binomialverteilung der jeweilige Strukturparameter: Substrat, Fläche, Strömung, Wasserstand, Höhe, Uferlinie und Strukturindex (Quadrat von Uferlinie/Fläche). Die Substratklassen wurden von ursprünglich vier in zwei Kategorien (Sch/T/S und K/G) zusammengefasst (1 = < 30 % und 2 = >30%). Für die Fläche, Höhe, Uferlinie und den Strukturindex wurde zunächst der Median ausgerechnet und anschliessend zwei Kategorien gebildet (1 = < ermittelter Median und 2 = > ermittelter Median). Zuletzt wurden der Wasserstand (Niedrig = 1, Hoch = 2) und die Strömung (schwache Strömung = 1, starke Strömung = 2) direkt in den vorhandenen Kategorien für die Analyse eingesetzt. Mit Hilfe von Fishers exaktem Test wird direkt die Wahrscheinlichkeit (p) der Verteilung von Vierfeldertafeln berechnet. Wird dieser Test nur einmal durchgeführt, so bedeutet ein Wert von $p < 0.05$, dass die beiden Parameter (Präsenz/Absenz des Vogels versus Strukturparameter) entweder positiv oder negativ assoziiert sind, je nach dem ob der Beobachtungswert höher oder niedriger als der Erwartungswert ist. Ergebnisdarstellungen werden im Folgenden ohne Bonferoni - Korrektur¹² bilanziert, weil die p - Werte nicht per se als statistische Tests, sondern als Mass für die relative Bedeutung der verschiedenen Strukturparameter gedeutet werden. Diese Relationen bleiben naturgemäss bei einer Bonferoni - Korrektur unverändert.

¹² Bei der Bonferroni-Korrektur wird α an die Anzahl der durchgeführten Tests angepasst. Bei insgesamt 7 Strukturparametern (= Tests) für die Korrektur $\alpha^* = \alpha/\kappa = 0.5/7 = 0.007$, d.h für die Ablehnung der Null - Hypothese auf dem 5 % Signifikanzniveau muss ein Wert von < 0.007 erreicht werden.

5 Ergebnisse

5.1 Thur - Aufweitung

Die Thur wurde entlang der vier Teilflächen (TF, siehe Karten 1 und 2) begangen. Die Watvögel benutzen diesen Raum mehrheitlich als Nahrungs- und Rastgebiet. In den Kiesflächen und schlickig-feuchten Flachufeln finden die Vögel ihre Beute. Das Hauptvorkommen der beiden Arten wurde in TF 4 beobachtet, einem Feuchtgebiet (siehe Abbildung 32), welches den anderen TF offensichtlich vorgezogen wurde. Diese Beobachtung wurde im Vorjahr ebenfalls gemacht, d.h. sowohl Flussuferläufer als auch Waldwasseruferläufer wurden dort vermehrt beobachtet (Müller-Buser 2001). Das Vorkommen der beiden Arten an der Thur ist sehr unterschiedlich. Der Flussuferläufer, wie schon in Kap. 2.3 kurz erwähnt, kann früher als der Flussregenpfeifer beobachtet werden. Die gesichteten Flussuferläufer (siehe Tabelle 4) wurden als Durchzügler notiert. Diese Aussage stützt sich auf den ornithologischen Expertenbericht (Müller-Buser 2001), der im Vorjahr erschienen ist und die Vorkommnisse dieser Art ebenfalls als Durchzügler beschrieb. Es wurden auch in 2001 keine Brutpaare beobachtet. Der Vogel wurde immer während der Nahrungssuche beobachtet, hauptsächlich in schlick-sandigen (feuchten) Uferbereichen oder auf kiesigem Untergrund. Zwischen den Steinen finden sich viele wirbellose Tiere, vor allem Insekten (Laufkäfer u.a.), Spinnentiere und Sandwürmer, die von diesen Vögeln gefressen werden (Müller-Buser 2001).

Tabelle 4: Vorkommen des Flussuferläufers an der Thur und entsprechende Strukturparameter

Datum	Flussuferläufer	Typ	Substrat	Mosaik	Vegetation
11.4.02	1	Uferbank	Schlick/Sand	schwach	Gras-Strauch
25.4.02	1	Ufer/*Feuchtgebiet	Schlick/Sand	mittel	Gras-Strauch
06.6.02	1	Ufer/*Feuchtgebiet	Schlick/Sand	mittel	Gras-Strauch
22.7.02	1 ¹	Uferbank	Kies/Geröll	schwach	Gras-Strauch
22.7.02	1 ¹	Uferbank	Kies/Geröll	schwach	Keine

*siehe Karte und entsprechende Erklärung dazu

¹ gleicher Vogel, der aber in eine andere Teilfläche flog

An den untersuchten Flussabschnitten wurde der Flussregenpfeifer in den letzten Jahren kaum mehr als Brutvogel¹³ beobachtet (Müller-Buser 2001). Falls er gesichtet wurde, dann als Durchzügler. Während der Untersuchungszeit von Mitte Mai bis Mitte Juli, wurde auf einer kleinen Kiesinsel vor der Öffnung ins Feuchtgebiet TF 4 (siehe Tabelle 5) zum ersten Mal ein Flussregenpfeifer-Paar mit Brutverdacht beobachtet. Nach zwei Hochwassern (siehe Abbildung 32 und 47), nach denen die Kiesinsel jeweils komplett unter Wasser stand, war das Paar immer noch an Ort und Stelle jedoch ohne Bruterfolg (es wurden keine Jungtiere gesichtet). Mitte Juli verschwand das Paar, wohl aufgrund starken Störungsdrucks durch Menschen (Sommerferienzeit – Camper am Rande des Feuchtgebietes).

Tabelle 5: Vorkommen des Flussregenpfeifers an der Thur und entsprechende Strukturparameter

Datum	Fl'regenpfeifer	Typ	Substrat	Mosaik	Vegetation
09.5.02	2 ¹	Insel/* Eingang Feuchtgebiet	Kies/Geröll	mittel	keine
23.5.02	2 ¹	„	„	„	„
06.6.02	2 ¹	„	„	„	„
20.6.02	2 ¹	„	„	„	„
04.7.02	2 ¹	„	„	„	„

*siehe Karte

immer das gleiche Pärchen

Die zurzeit vorhandenen Strukturen an der Thur bieten den beiden Arten noch kein optimales Habitat. Es gibt nur wenige grosse Kiesinseln wobei eine im letzten Herbst durch ein Hochwasser komplett weggeschwemmt wurde, offensichtlich sind die Kiesinseln nicht hoch genug und werden deshalb von Bodenbrütern als Brutflächen nicht angenommen¹⁴. Auch während normaler Hochwasserereignisse¹⁵ stehen alle Kiesinseln und Uferbänke in den Aufweitungen vollständig unter Wasser.

¹³ Das letzte Mal Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre.

¹⁴ Diese Beobachtung wird ebenfalls von den Vorjahresuntersuchungen unterstützt (Müller-Buser, M. 2001).

¹⁵ Während der Beobachtungszeit gab es vier Hochwasser.

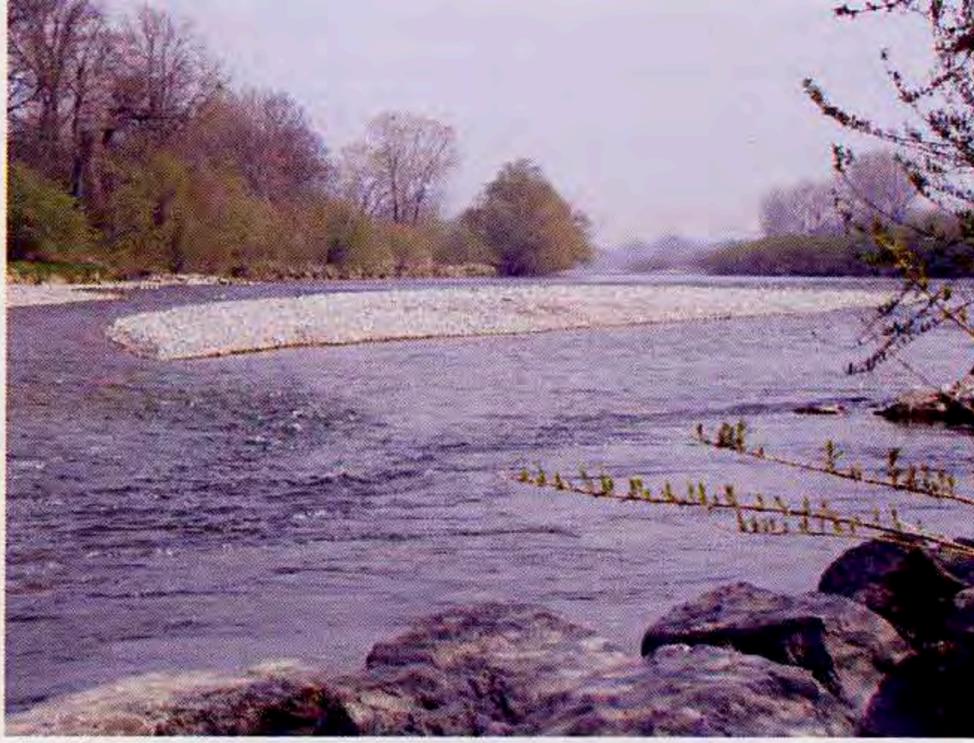


Abb. 32: Oben: Einzige große Insel an der Thur, im Herbst 2002 war sie komplett verschwunden. Unten Links und Rechts: Vergleich von Hochwasser und Niedrigwasser im Feuchtgebiet. Bei mittlerem Hochwasser ist das Gebiet fast vollständig unter Wasser und die Kiesinsel ebenso - ein typisches Beispiel für alle Aufweitungen an der Thur.

Die Ergebnisse der Assoziationsanalyse¹⁶ sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Thur 2002 (n=102), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter und dem Vorkommen der beiden Watvögel

	<u>p-Wert (Fishers exakter Test, 2-seitig)</u>	
	Flussregenpfeifer	Flussuferläufer
Substrat	0.002	0.629
Fläche	0.018	1.000
Strömung	1.000	0.585
Wasserstand	1.000	0.442
Höhe	0.059	1.000
Uferlinie	0.178	0.370
Strukturindex	1.000	1.000

¹⁶ Die Assoziationsanalyse untersucht die Abhängigkeit des Vorkommens der beiden Arten von diversen Habitatsparametern.

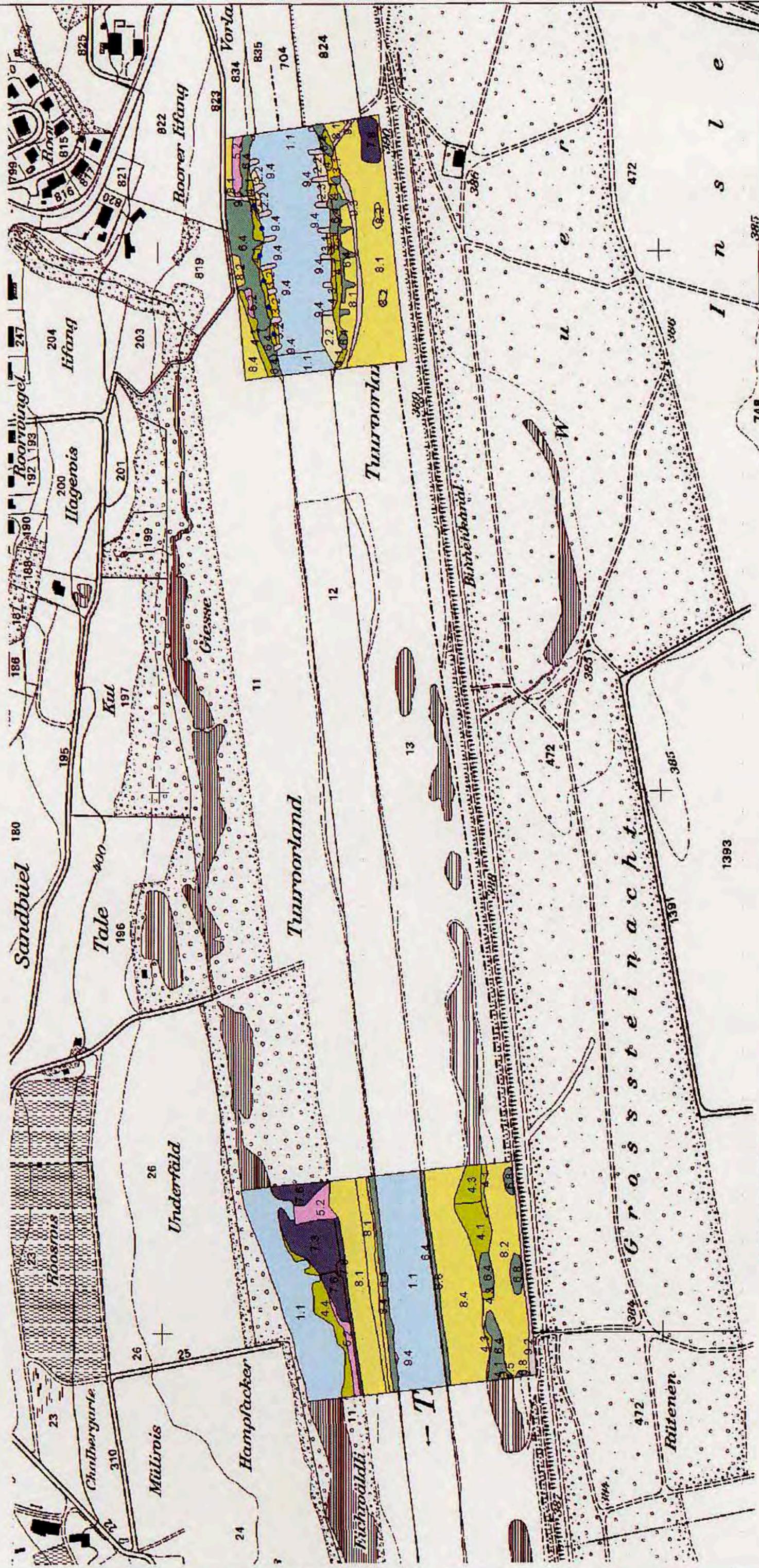
Die analysierten Parameter haben eine unterschiedliche Bedeutungen in Hinsicht auf das Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen der Vögel. Bei einem p-Wert = 1.000 entspricht der theoretische Erwartungswert den tatsächlichen Beobachtungswert. Je kleiner der p-Wert ist, desto mehr weichen Erwartungswert und Beobachtungswert voneinander ab. Dies kann als Hinweis gedeutet werden, das es sich um einen wichtigen diskriminierenden Faktor handeln könnte. Relativ betrachtet, bestehen die stärksten Zusammenhänge dort, wo der p-Wert am niedrigsten ist.

Beim Flussregenpfeifer scheinen die Faktoren Substrat, Fläche und Höhe (in der Reihenfolge steigende p - Werte geordnet) die grösste Rolle zu spielen. Das heisst, je durchmischer (Sand-Kies-Geröll) das Substrat ist, umso idealer ist der Standort für den Flussregenpfeifer. Je grösser die Fläche der vorhandenen Uferbänke und Inseln ist, und je höher die Höhe dieser Habitate, umso mehr entsprechen sie den idealen Habitatanforderungen der Flussregenpfeifer. Beim Flussuferläufer hingegen ergibt sich kein klares Bild. Die p - Werte sind alle relativ hoch.

Die folgenden zwei Vegetationskarten (Karte 9) (Rhode, in Vorbereitung) (ein Ausschnitt von TF1 – Rorerbrücke – Uesslingen und von TF4 Altikoner Brücke – Mündung Feuchtgebiet) und Bilder beschreiben die Vegetation an der Thur.

Karten 9: Vegetationskartierungen an den Aufweitungsabschnitten
in TF1 und TF 4 ;
repräsentative Ausschnitte für
das ganze Untersuchungsgebiet
(Rhode, in Vorbereitung).

Lebensraumtypen, Thur-Rorer Brücke



Lebensraumtypen

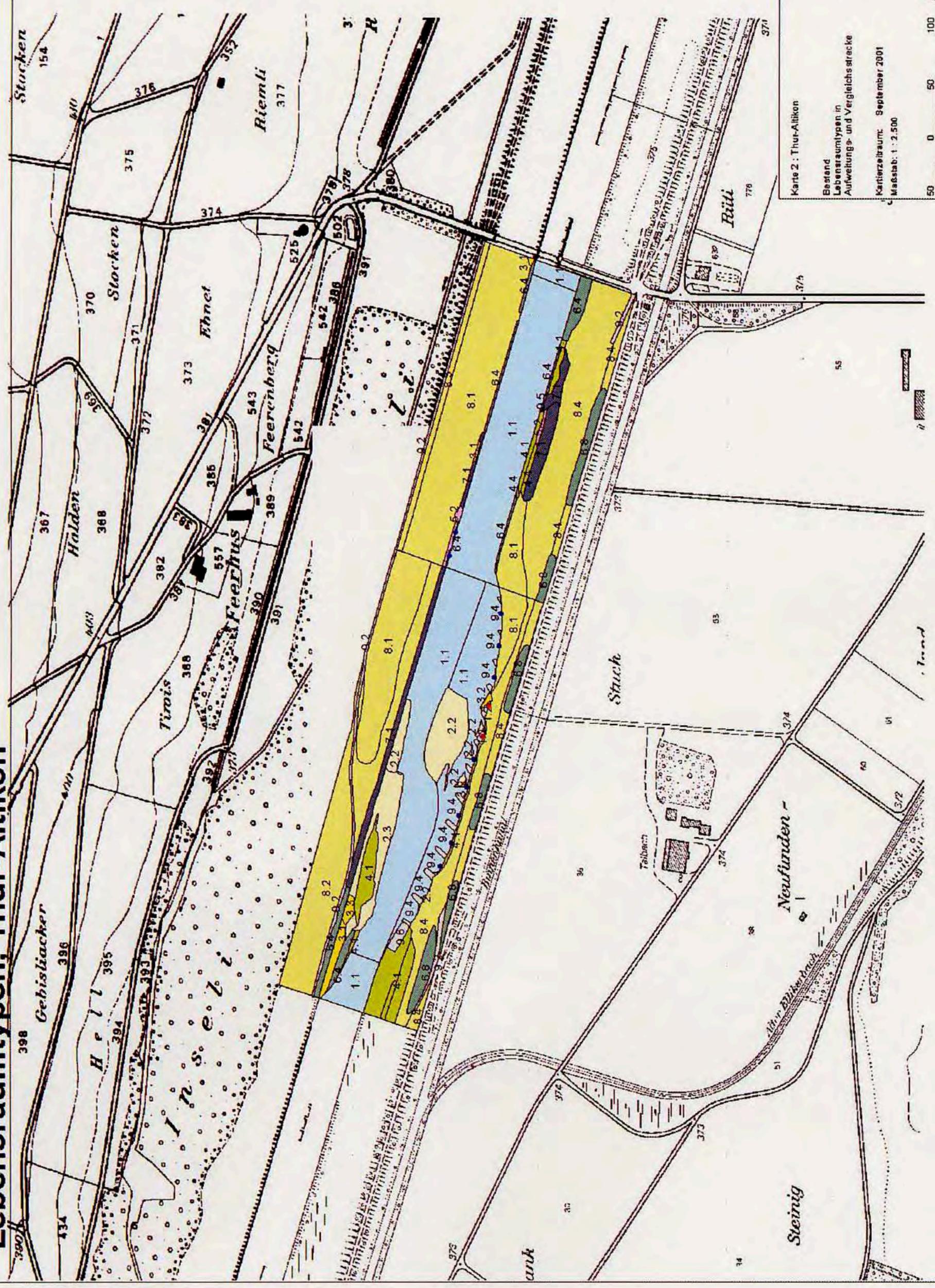
- Gewässer (1)
 - 1.1 Fleckgewässer
- Vegetationslose Alluvionen (2)
 - 2.1 Kies
 - 2.2 Schotter
- Pionierfluren (3)
 - 3.1 auf sandig-schluffigem Substrat
 - 3.2 auf schluffigem Substrat
 - 3.3 auf Schotter
- Röhrichte (4)
 - 4.1 Rohr-Glanzgrünröhricht
 - 4.2 Rohr-Schlinggräsern
 - 4.4 Sobhröhricht
 - 4.5 Seggenried
- Hochstaudenfluren (5)
 - 5.1 auf feuchten Standorten
- Gebüsche (6)
 - 6.4 Korbsüden-Mandeläldengebüsch
 - 6.6 Sonstige Gebüsche
- Wälder (7)
 - 7.3 Eschenaussid
 - 7.8 Sonstiger Laubwald
 - 7.9 Pappelpflanzung
- Grünland (8)
 - 8.1 Feinrasen, -mähden
 - 8.2 Feuchtl. Massrasen
 - 8.4 Ansaaten mit Papprausen
- Sonstige (9)
 - 9.1 Kiesege
 - 9.2 Grasweide
 - 9.4 Substrat
- abgestorbene Ufervegetation
- Quelle: Aufnahmezeitpunkte - Jahre; Vergleichszeitpunkte

Karte 3: Thur-Rorer Brücke
 Bestand Lebensraumtypen in Aufweitung- und Vergleichsstrecke
 Kartierzeitraum: September 2001
 Maßstab: 1 : 2.500

Flussaufweitungen - Potenziale für die Entwicklung von Auenlebensräumen
 Diplomarbeit am Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover
 Betreuung: Prof. Dr. Michael Reich
 Dr. Michael Rode
 Externe Beratung: Dipl.-Ing. Sigrun Rohde
 ETH Zürich
 Bearbeitung: Sigrid Herbst
 Nr.-Nr.: 1714188

50 0 50 100 N

Lebensraumtypen, Thur-Altikon



Lebensraumtypen

- Gewässer (1)
 - 1.1 Fließgewässer
 - 1.2 Stillgewässer
- Vegetationslose Alluvionen (2)
 - 2.1 Kies
 - 2.2 Schotter
- Pionierfluren (3)
 - 3.1 auf sand-schluffigem Substrat
 - 3.2 auf kieseligem Substrat
 - 3.3 auf Schotter
- Röhrichte (4)
 - 4.1 Rohr-Düngrasbrüch
 - 4.4 Schilfröhricht
- Hochstaudenfluren (5)
 - 5.2 auf feuchten Standorten
- Gebüsche (6)
 - 6.4 Karbeldorn-Mandelweidenbüsch
 - 6.8 Sonstige Gebüsche
- Wälder (7)
 - 7.1 Silberweidenwald
- Grünland (8)
 - 8.1 Fettwiesen, -weiden
 - 8.2 Feuchtbl. M. arvensis
 - 8.3 Trocktbl. Magerrasen
 - 8.4 Ansaaten mit Regensalgot
- Sonstige (9)
 - 9.2 Kieswege
 - 9.4 Strohstoppel
 - 9.6 Blockwurf
 - 9.8 Steinverbau
- Abbruchflächen
 - Abbruchflächen
 - Abgeräumte Uferpartien

links: Aufwandsbereiche - rechts: Vergleichsbecke

Flussaufwertungen - Potenziale für die Entwicklung von Auenlebensräumen
 Diplomarbeit am Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover
 Betreuung: Prof. Dr. Michael Reich, Dr. Michael Röde
 Externe Beratung: Dipl.-Ing. Signun Rohde, ETH Zürich
 Bearbeitung: Siegrid Herbst, MfL-Nr.: 1714188

Karte 2: Thur-Altikon
 Bestand: Lebensraumtypen in Aufwertungs- und Vergleichsstrecke
 Kartierzeitraum: September 2001
 Maßstab: 1 : 2.500

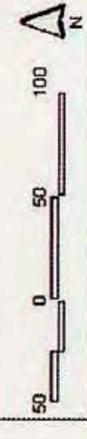




Abb. 33: Ausschnitte des Thurvorlandes in TF1 (anfangs Juni 2002) (Baumann, 2002)

Beide Ausschnitte zeigen deutlich die Lebensraumtypen, die dort vorkommen. Es handelt sich jeweils um schmale, vielfältige Vegetationssäume. Diese bestehen im Thurvorland hauptsächlich aus Grasland (Fettwiesen, -weiden, z.T. Feucht-, Nasswiesen, sehr selten Trocken-, Magerrasen und zum Teil Ansaaten mit Regelsaatgut). Das Thurvorland wird in der Regel erst Anfang Juni gemäht und war während der ganzen Beobachtungszeit für SpaziergängerInnen, die häufig Hunde ausführten, gut begehbar. Durchschnittlich wurden pro Morgen 12 Hunde beobachtet, die sich hauptsächlich am Wasser herumtummelten. Die Uferbänke sind sehr gut erreichbar und werden während der Woche, jedoch stärker am Wochenende, von SonnenanbeterInnen und Familienausflüglern (grillieren, spielen, ausruhen etc...) intensiv genutzt (siehe Bilder).

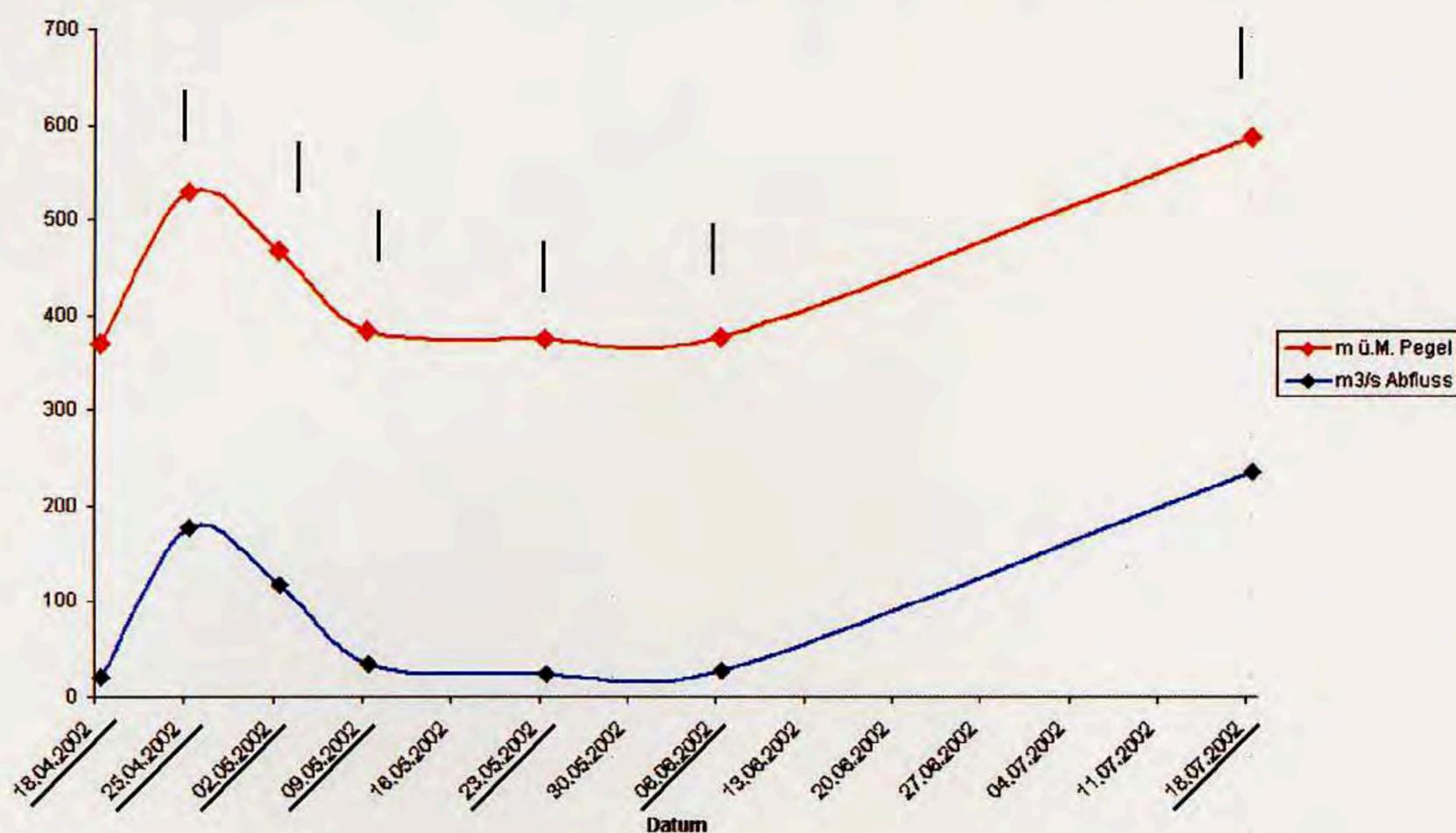


Abb. 34: Angaben zum Wasserstand und Abfluss der Thur (Station Andelfingen: BWG 2003) während der Untersuchungszeit. In der Graphik sind nicht alle Begehungstage enthalten.

5.2 Rhone, Ile Falcon- Aufweitung

In den Walliser Untersuchungsgebieten waren beide Arten Anfang April noch nicht anzutreffen. Wie an der Thur, wurden als erstes Flussuferläufer (einzelne Individuen) auf Nahrungssuche gesichtet. Der Wasserstand der Rhone (siehe Abbildung 41) war im Frühjahr niedrig wie in alpinen Gebieten mit Wasserkraftwerken üblich. Die Ile Falcon glich somit einem naturnahen „braided-river-system“, sprich ein verzweigtes Flusssystem mit einer Vielzahl an Uferbänken und Inseln.



Abb. 35: Einblicke in die Ile Falcon – kleines „braided-river-system“ (Baumann 2002)

Das Hauptgerinne teilte sich in zwei Nebengerinne auf, die wiederum kleinere Teilgerinne bildeten. Die feucht-trockenen Flächen (Sand/Schlick), die zwischen den Teilgerinnen auftauchten, boten den Watvögeln (auch anderen Vogelarten) einen ergiebigen Nahrungsraum (Larven, Würmer etc.). Ein Flussuferläufer - Paar hatte sich während der Untersuchungszeit eine der beiden grossen Kiesinseln als Brutplatz ausgewählt.



Abb. 36: Eine der beiden Inseln diente den Flussuferläufern als Niststandort (Baumann 2002)

Zur Brutzeit waren beide Inseln nicht mehr begehbar, das heisst, ob die Brut erfolgreich war, konnte nicht überprüft werden. Das Ökobüro EcoConseil hat im Auftrag des Kanton Wallis während fünf Jahren (1995 – 1999) Untersuchungen (EcoConseil 1995 - 2000) im Bereich der Ile Falcon und dem ganzen Pfywaldgebiet durchgeführt.

Gegenstand der Untersuchungen war ein Monitoring des Flussuferläufer- und Flussregenpfeiferbestandes. Bis 1999 wurden an der Ile Falcon beide Arten gefunden (siehe Karte 10). Im Jahr 2002 wurde nur der Flussuferläufer nachgewiesen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Vorkommen des Flussuferläufers an der Ile Falcon und entsprechende Strukturparameter

Daten	Flussuferläufer	Typ	Substrat	Mosaik	Vegetation
27.4.02	1	Uferbank	Kies/Geröll/Sand/Schlick *	schwach	Gr/Strauch/Baum
11.5.02	2 ¹	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick *	mittel	Strauch/Baum
08.6.02	1	Insel	Kies/Geröll	mittel	keine
22.6.02	1	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick	keine	Strauch/Baum
22.6.02	2 ¹	Festland	Kies/Geröll	schwach	keine
07.7.02	1	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick	schwach	Strauch/Baum

*feucht

¹ Pärchen gesichtet

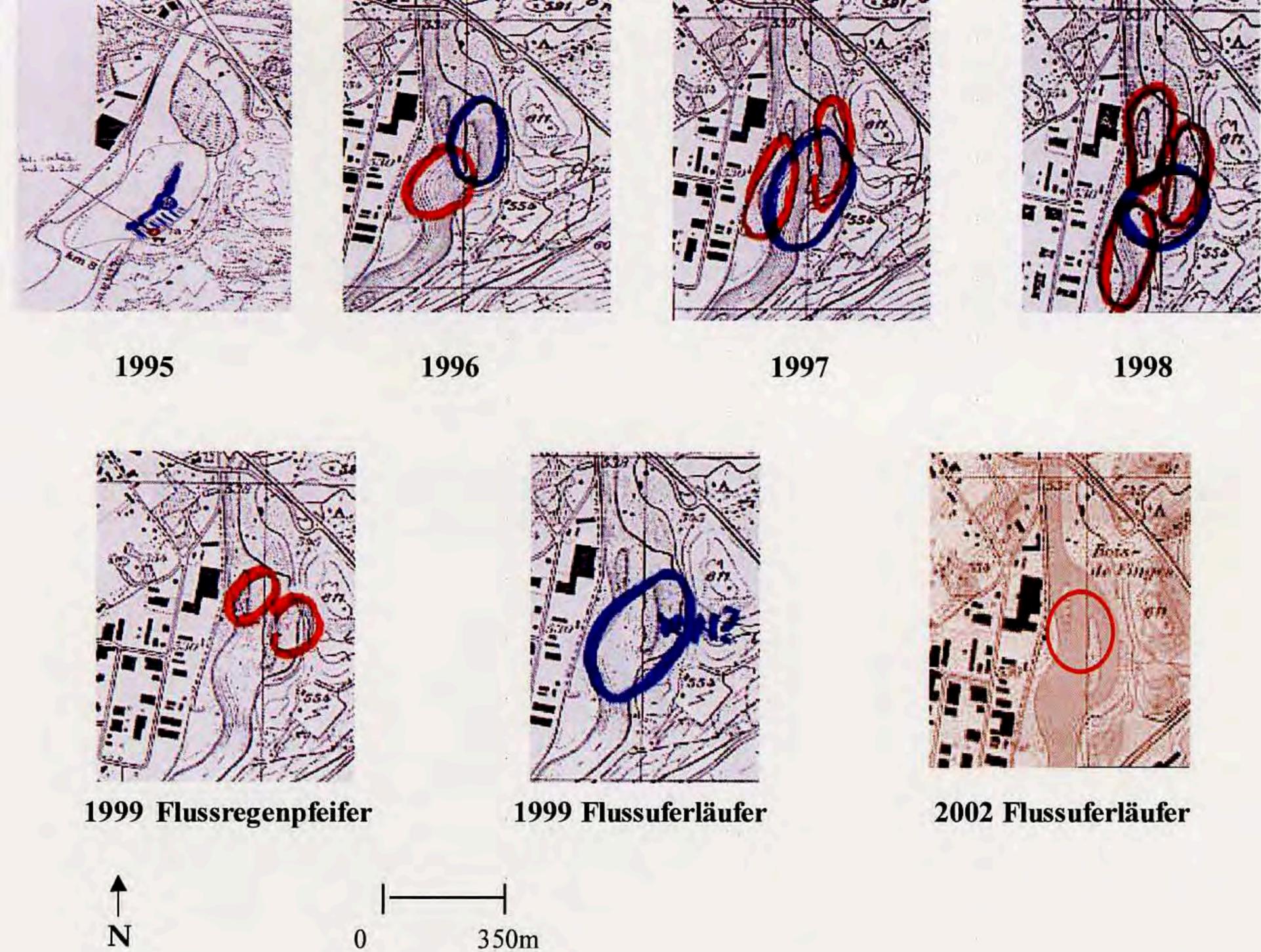


1995



1996

Abb. 37 + 38: Luftbilder von 1995 und 1996. Ueberblick über den Unteren Pfywald und Ile Falcon. Leichte Veränderungen sind sichtbar. Ile Falcon scheint 1995 eine ausgebaute Fläche zu sein, während 1996 die heutige Form dieser Aufweitung schon besser sichtbar ist, ebenso die Sukzessionsvegetation, die sich dann entwickelt hat (Kanton Wallis 2001).



Karte 10: EcoConseil Karten (1:25'000, Bundesamt für Landestopographie 2000) von 1995 – 1999 und aktuelle Karte der Untersuchungen 2002. Ausschnitte von Ile Falcon und die Verteilung der beiden Arten über die fünf Jahre und im letzten Jahr. Blau steht für Flussuferläufer und rot für Flussregenpfeifer.

Tabelle 8: Vorkommen des Flussuferläufers in der Ile Falcon und entsprechende Strukturparameter

Daten	Flussuferläufer	Typ	Substrat	Mosaik	Vegetation
27.4.02	1	Uferbank	Kies/Geröll/Sand/Schlick *	schwach	Gras/Strauch/Baum
11.5.02	2 ¹	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick *	mittel	Strauch/Baum
08.6.02	1	Insel	Kies/Geröll	mittel	keine
22.6.02	1	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick	keine	Strauch/Baum
22.6.02	2 ¹	Festland	Kies/Geröll	schwach	keine
07.7.02	1	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick	schwach	Strauch/Baum

*= feucht

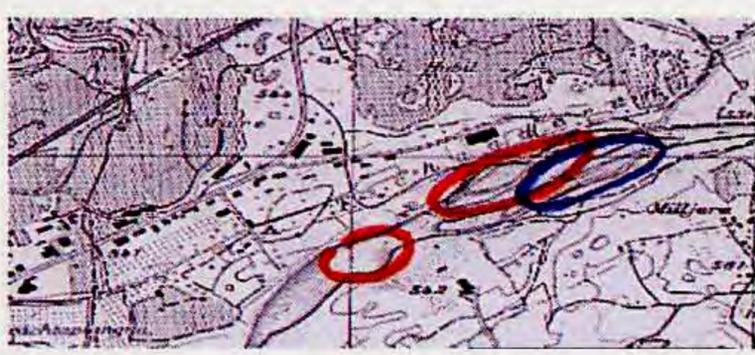
¹ Pärchen gesichtet

Labelle 9: Rhone Ile Falcon 2002 (n=17), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter und dem Vorkommen des einen Watvogels

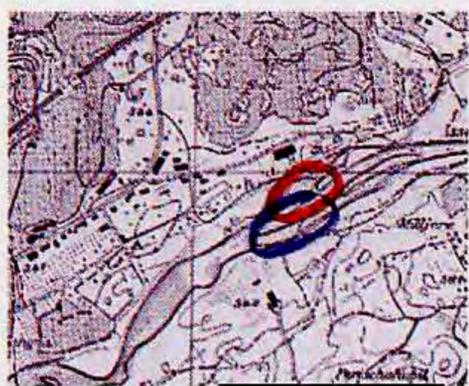
	p-Wert (Fishers exakter Test, 2-seitig)
	Flussuferläufer
Substrat	0.600
Fläche	0.644
Strömung	0.600
Wasserstand	1.000
Höhe	1.000
Uferlinie	0.620
Strukturindex	0.644



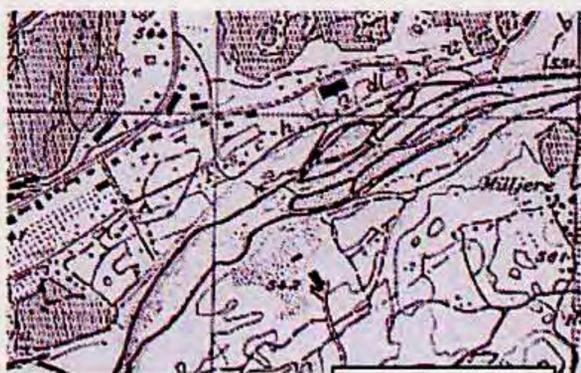
1995



1996



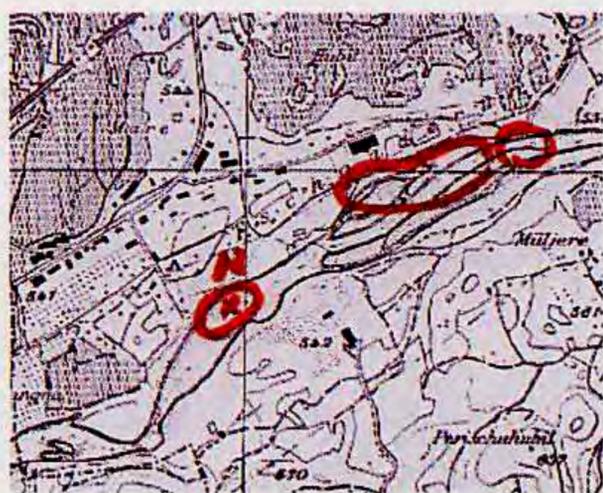
1997



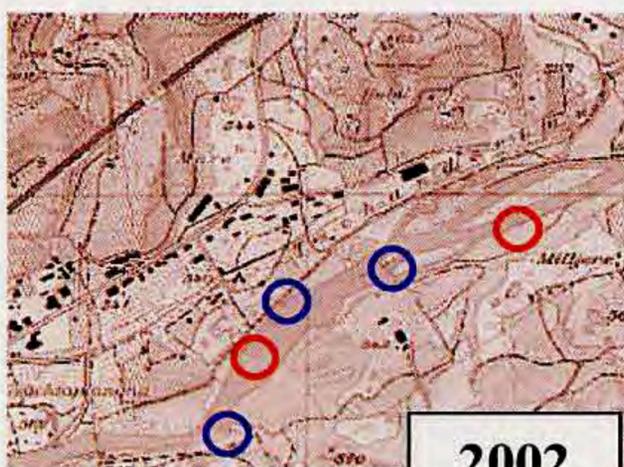
1998



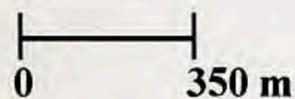
1999 Flussuferläufer



1999 Flussregenpfeifer



2002



Karte 11. EcoConseil Karten (Bundesamt für Landestopographie 2000) von 1995 – 1999 und aktuelle Karte der Untersuchungen 2002. Ausschnitte vom Unteren Pfywald und die Verteilung der beiden Arten über die fünf Jahre und im letzten Jahr. Blau steht für Flussuferläufer und rot für Flussregenpfeifer.

Aehnlich wie an der Thur, lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den untersuchten Strukturparametern und dem Vorkommen des Flussuferläufers erkennen.

Tabelle 10: Rhone Ile Falcon (1995-1999) (n=13), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter und dem Vorkommen der Watvögel. Daten von EcoConseil (EcoConseil 1995 - 2000)

	p-Wert (Fishers exakter Test, 2-seitig)	
	Flussregenpfeifer	Flussuferläufer
Fläche	0.070	0.070
Höhe	0.070	0.070
Uferlinie	0.105	0.105
Strukturindex	0.070	0.070

Aus den Daten von EcoConseil lassen sich folgende Zusammenhänge herauslesen: beide Arten zeigen ähnliche (gleiche p - Wert) Assoziationen bezüglich der Fläche, Höhe und des Strukturindex¹⁷.

¹⁷ Alain Lugon von EcoConseil hat in Gesprächen auf die Wichtigkeit der Strukturparameter (insbesondere der Höhe und Grösse von Uferbänken oder Inseln) auf beide Vogelarten aufmerksam gemacht.

5.3 Rhone, Unterer Pfywald

Da in dieser Studie nur der Untere Pfywald untersucht wurde, konnte die Gesamtpopulation der beiden Arten nicht vollständig erfasst werden. Ausserdem wurden nicht alle Habitate (insbesondere Seitenarme, Altarme, die sich hauptsächlich im mittleren Teil befinden) begangen. Somit besteht die Möglichkeit, dass ein grosser Teil der Flussuferläuferpopulation und deren mögliche Brutplätze nicht erfasst wurden.

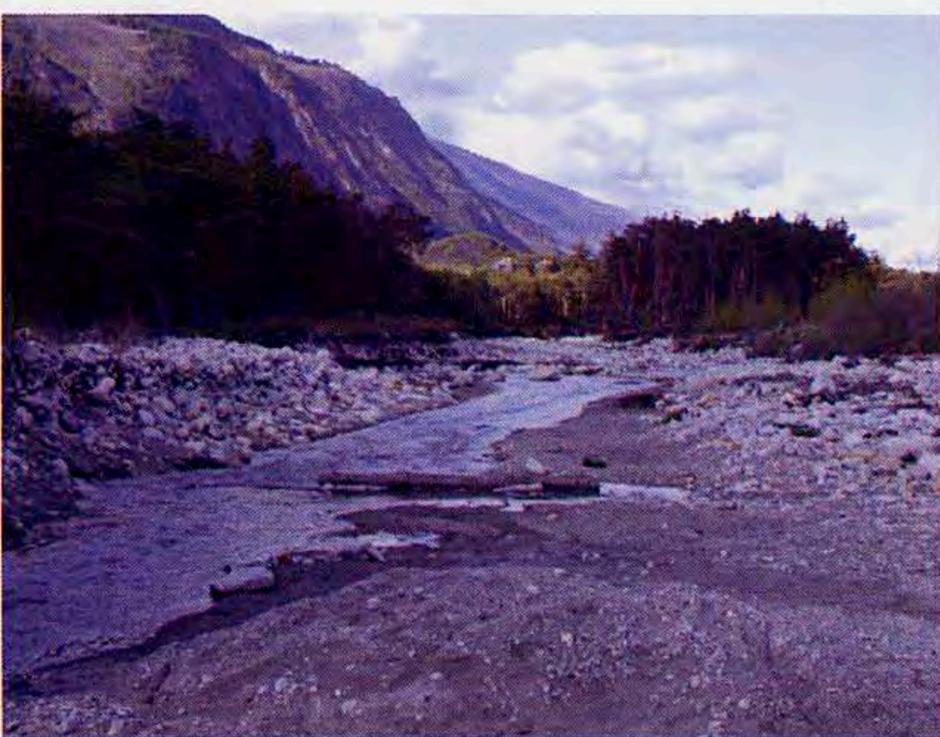


Abb. 39: Mögliche Bruthabitate des Flussuferläufers im Unteren Pfywald (Baumann 2002)

Die beobachteten Flussuferläufer und Flussregenpfeifer waren bei den ersten Beobachtungen, wie auch schon an der Thur, auf Nahrungssuche (siehe Tabelle 12 und 13). Bei den Flussregenpfeifer wurde eine Brut nachgewiesen (Tabelle 13). Die Gebiete des Unteren Pfywald waren relativ schwer begehbar, weil der Wasserstand ab Mitte Mai relativ hoch und die Flusströmungen meist stark oder reissend waren. Gewisse Uferbänke, die im April noch mit dem Festland verbunden waren, wurden von Nebengerinnen umflossen und wurden so zu Inseln (nicht begehbar). Das brütende Regenpfeifer - Paar fand auf einer ehemaligen Uferbank, die zu einer grossen Kiesinsel mit spärlicher Vegetation geworden war, einen idealen Nistplatz.

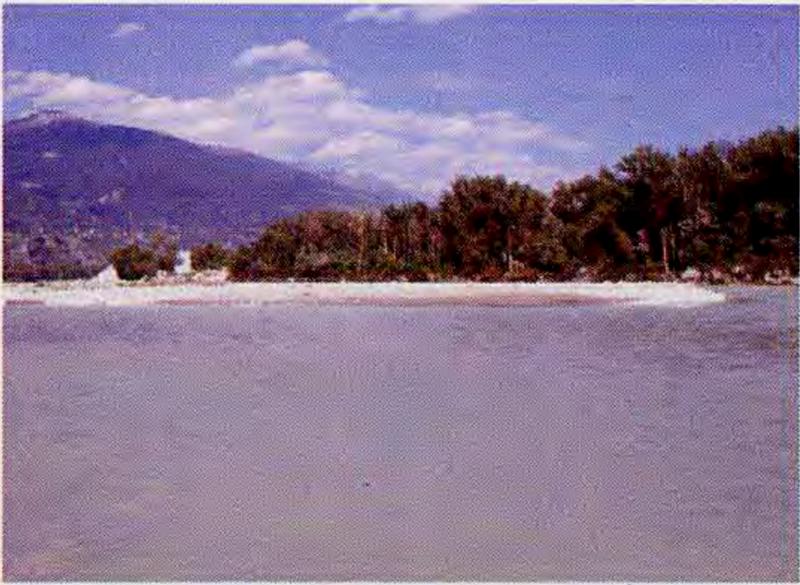


Abb. 40: Brutstandort des Flussregenpfeifers, Unterer Pfywald (Baumann 2002)

Menschen (Angler, SpaziergängerInnen) und Hunde in Grenzen.

Tabelle 11: Vorkommen des Flussuferläufers im Unteren Pfynwald und entsprechende Strukturparameter

Datum	Flussuferläufer	Typ	Substrat	Mosaik	Vegetation
13.4.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
13.4.02	2	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
13.4.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
27.4.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
27.4.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
11.5.02	2 ¹	Uferbank	Sand/Schlick *	mittel	keine
11.5.02	2 ¹	Uferbank	Sand/Schlick *	mittel	keine
11.5.02	2 ¹	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
08.6.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	stark	keine
08.6.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	mittel	keine
18.7.02	1	Uferbank	Kies/Geröll	stark	keine

*feucht

¹ Nahrungssuche

Tabelle 12: Vorkommen des Flussregenpfeifers im Unteren Pfynwald und entsprechende Strukturparameter

Datum	Flussregenpfeifer	Typ	Substrat	Mosaik	Vegetation
25.5.02	2 ¹	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick	stark	keine
25.5.02	3 ²	Insel	Kies/Geröll/Sand/Schlick	stark	keine
22.6.02	5 ³	Uferbank	Kies/Geröll/Sand/Schlick	stark	keine
07.7.02	2	Uferbank	Kies/Geröll/Sand/Schlick	stark	keine
18.7.02	1	Uferbank	Kies/Geröll/Sand/Schlick	stark	keine

¹ Verdacht auf Territorialkampf von zwei Männchen

² Nahrungssuche

³ 1 Adultvogel und 4 Jungvögel auf Nahrungssuche

Wie bei den vorherigen Untersuchungsgebieten wurde auch im Unteren Pfynwald eine Assoziations-Analyse durchgeführt, die folgende Resultate erbrachte: Uferlinie, Höhe und Fläche des Standortes könnten in einem Zusammenhang mit dem Vorkommen des Flussregenpfeifers stehen. Beim Flussuferläufer gab es Hinweise auf einen Zusammenhang mit dem Wasserstand und der Uferlinie.

Tabelle 13: Rhone - Pfynwald 2002 (n=42), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter und dem Vorkommen der Watvögel

	<u>p-Wert (Fishers exakt Test, 2-seitig)</u>	
	Flussregenpfeifer	Flussuferläufer
Substrat	0.544	1.000
Fläche	0.142	0.444
Strömung	0.327	1.000
Wasserstand	1.000	0.038
Höhe	0.130	1.000
Uferlinie	0.037	0.100
Strukturindex	1.000	1.000

Die Analyse der Daten von EcoConseil erbrachte demgegenüber keine klaren Hinweise auf eine Abhängigkeit des Vorkommens der beiden Arten mit spezifischen Strukturparametern (Tabelle 14).

Tabelle 14: Rhone Pfynwald (1995-1999) (n=19), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter und dem Vorkommen der Watvögel, Daten von EcoConseil (EcoConseil 1995 - 2000)

	<u>p-Wert (Fishers exakt Test, 2-seitig)</u>	
	Flussregenpfeifer	Flussuferläufer
Fläche	0.350	0.350
Höhe	0.656	0.656
Uferlinie	1.000	1.000
Strukturindex	0.628	0.628

Alle Resultate in diesen Analysen werden als wahrscheinliche Zusammenhänge angenommen, eine allgemeine Anwendbarkeit ist zu diesem Zeitpunkt wegen der geringen Stichproben der Arten noch nicht umsetzbar.

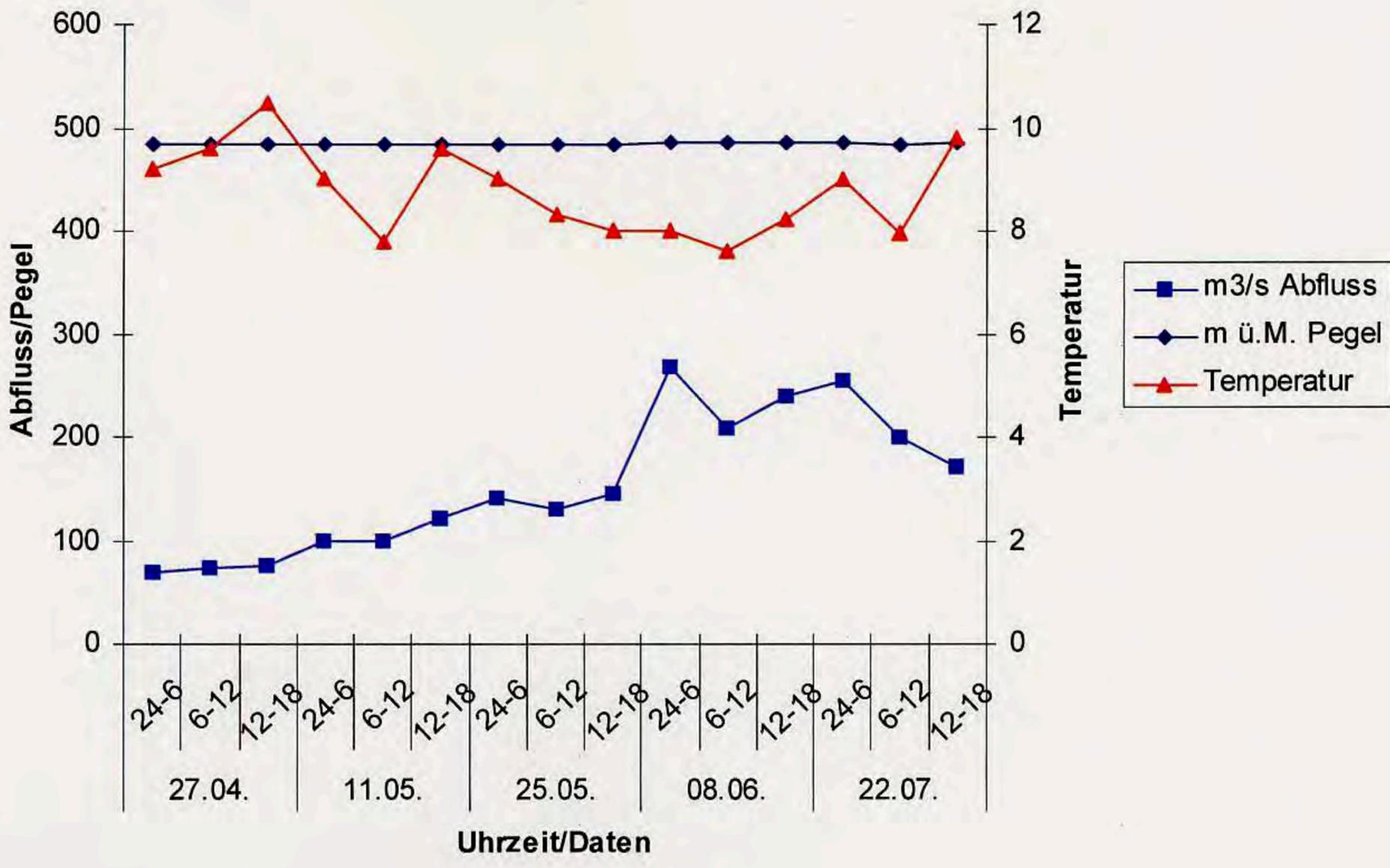


Abb. 41: Abfluss-, Pegelstand und Temperatur der Rhone (Station Sion, ein paar Kilometer unterhalb der Ile Falcon) während des Untersuchungszeitraumes (nicht alle Begehungsdaten sind in der Graphik berücksichtigt). In der Graphik sind, über einen Zeitraum von vier Monaten, nur einzelne Tage aufgezeigt.

5.4 Inn, Strada - Aufweitung

Die Aufweitung wird seit mehreren Jahren von einem Ornithologen (Mathis Müller-Buser), im Auftrag der Vogelwarte Sempach, während eines gewissen Zeitraums (Mai - Juli) untersucht. Bei beiden Arten wurden in den letzten Jahren mehrere Paare mit Bruterfolg beobachtet. Im Jahr 2002 wurden relativ wenige Flussregenpfeifer beobachtet, da der Beobachtungszeitraum beschränkt war.

Die beobachteten Individuen wurden im gleichen Perimeter (8°28'60" O / 19°44'50" N) auf einer Fläche von ca. 8,6 ha, vorgefunden. Die Fläche besteht aus zwei grösseren Inseln (Vegetation: Holzgewächse, vor allem Sträucher wie Tamarisken, Weiden, Sanddorn, Grauerlen und Nadelhölzer),

die von Teilgerinnen umgeben sind und aus denen, je nach Wasserstand, vegetationslose oder mit

Fluren von einjährigen Pflanzen bewachsene Schotterflächen entstehen können (Hürlimann 1998).

Tabelle 15: Vorkommen des Flussregenpfeifers und Flussuferläufers in der Strada - Aufweitung (Daten von Mathis Müller-Buser)

Datum	Flussregenpfeifer	Flussuferläufer
02.05.02	-	2
08.06.02	1	3 ¹
18.06.02	- ³	2 ²
03.07.02	- ³	1 ²

mind. 3 Individuen, mit Bruthinweis
keine Juvenile

mindestens 40 – 60 min. Kontrolle

5.5 Standortvergleiche

Nach den Assoziationsanalysen wurde ein Vergleich der drei Standorte Thur, Ile Falcon und Pfywald anhand verschiedener Standortparameter durchgeführt. Dazu wurde die Häufigkeit verschiedener Merkmalsklassen ermittelt und mit einem G-Test (*Maximum Likelihood Test*) statistisch untersucht.

Bei den Parametern Substrat, Strukturindex und Vernetzungsgrad wurden hoch bis sehr hoch signifikante Unterschiede in der Verteilung der Merkmalsklassen nachgewiesen (Abb. 42 – 46). In einem weiteren Schritt wurde dann ein sequenzieller Paarvergleich durchgeführt, und zwar ebenfalls mit Hilfe eines G-Tests. Das Signifikanzniveau wurde nach Bonferroni-Holm (Fomin et al. 2003) angepasst. Die Ergebnisse sind in den Abb. 47 – 49 dargestellt.

Verteilung der Substrate

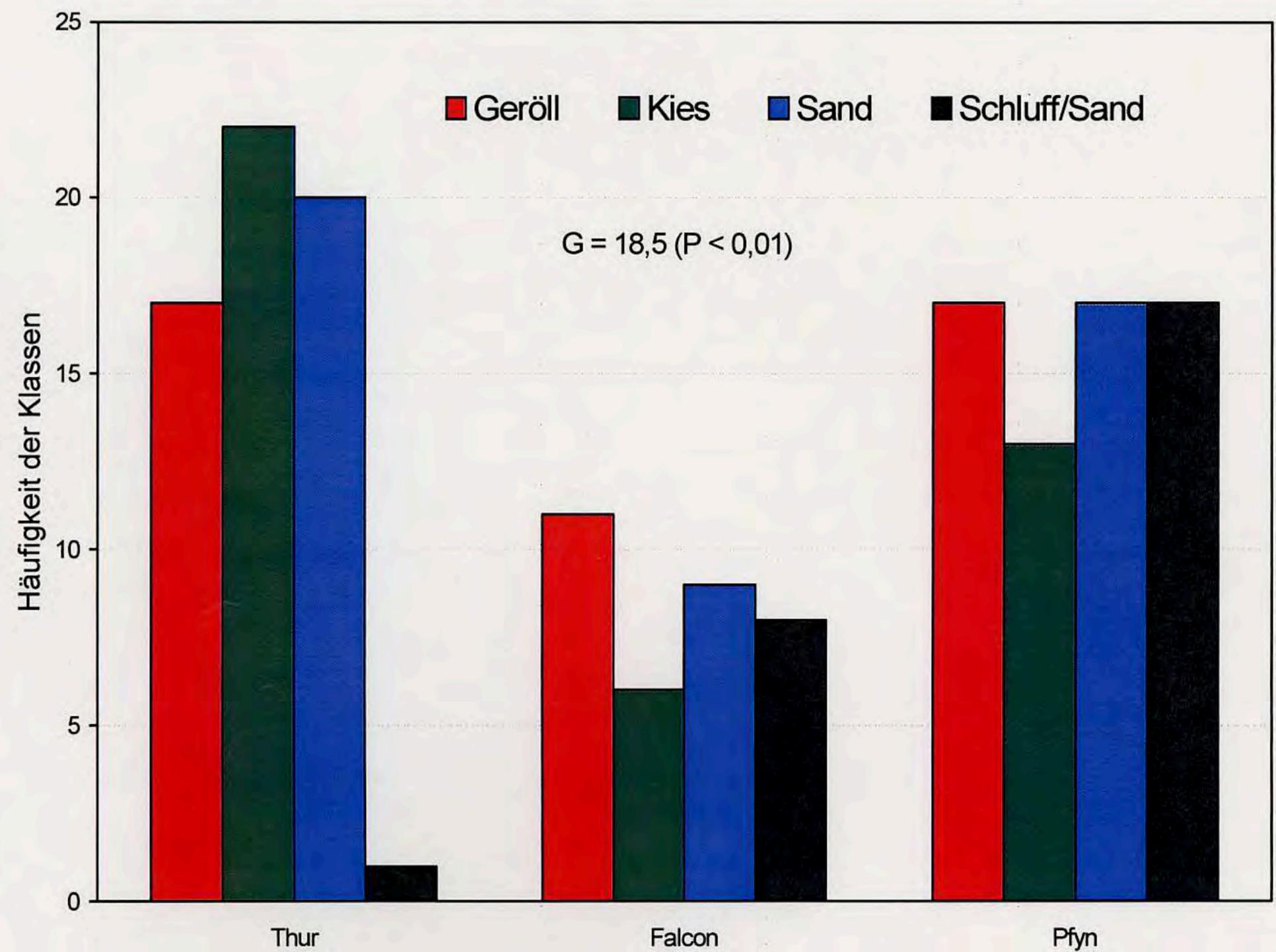


Abb. 42: Verteilung der Substrate

Verteilung Strukturindices

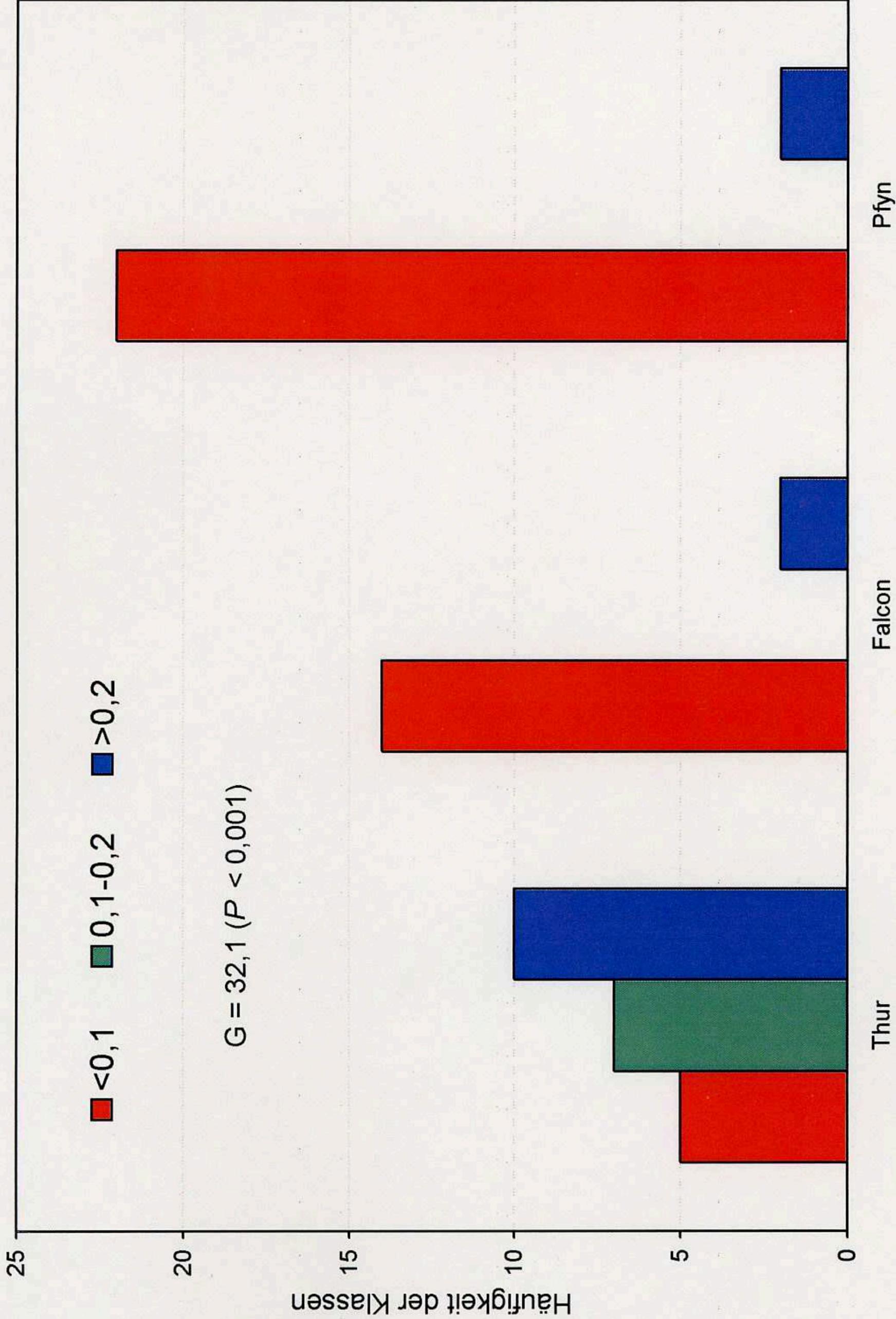


Abb. 43: Verteilung der Strukturindices

Verteilung der Vernetzungsgrade

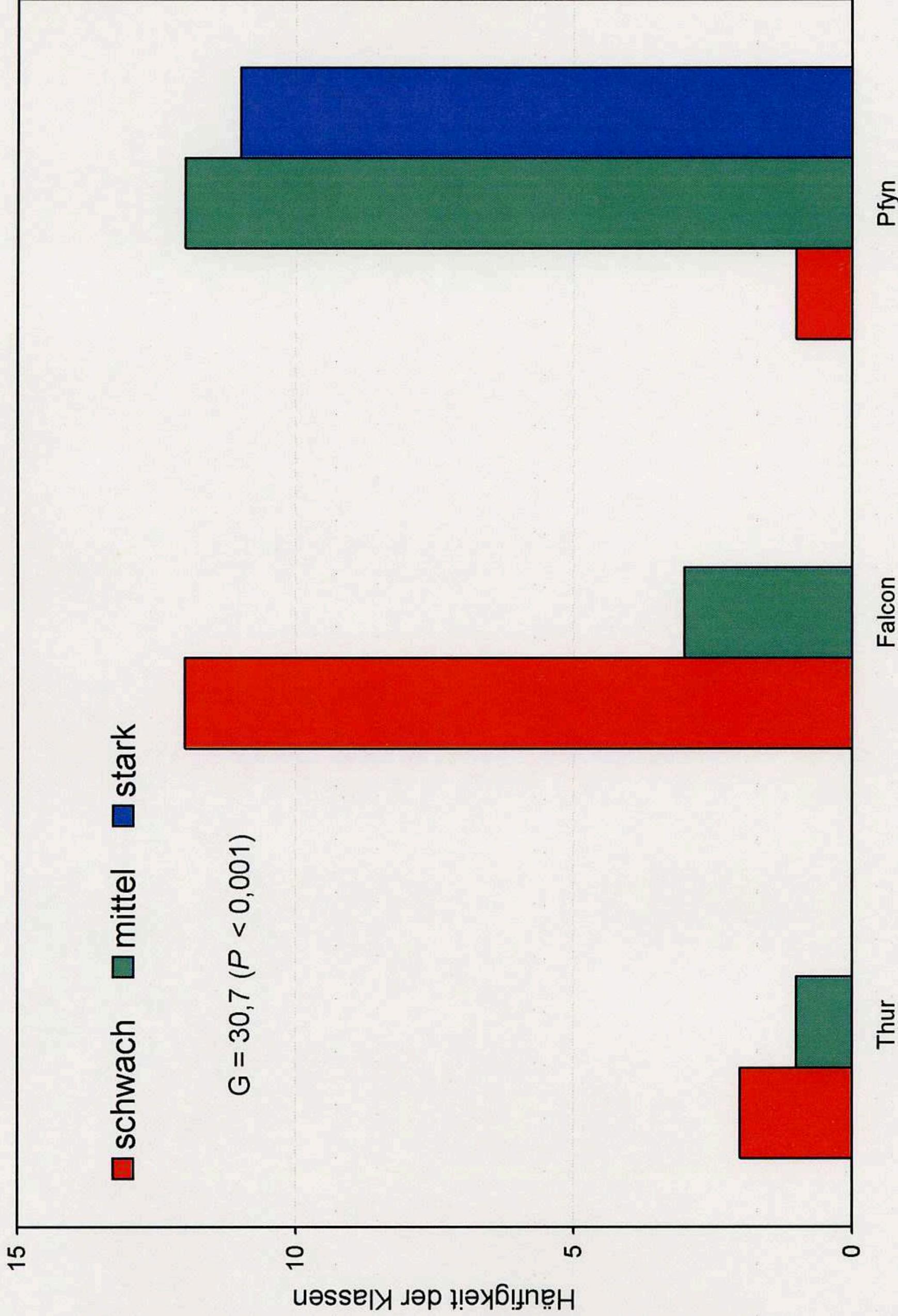


Abb. 44: Verteilung der Vernetzungsgrade (Mosaik)

Verteilung der Flächen

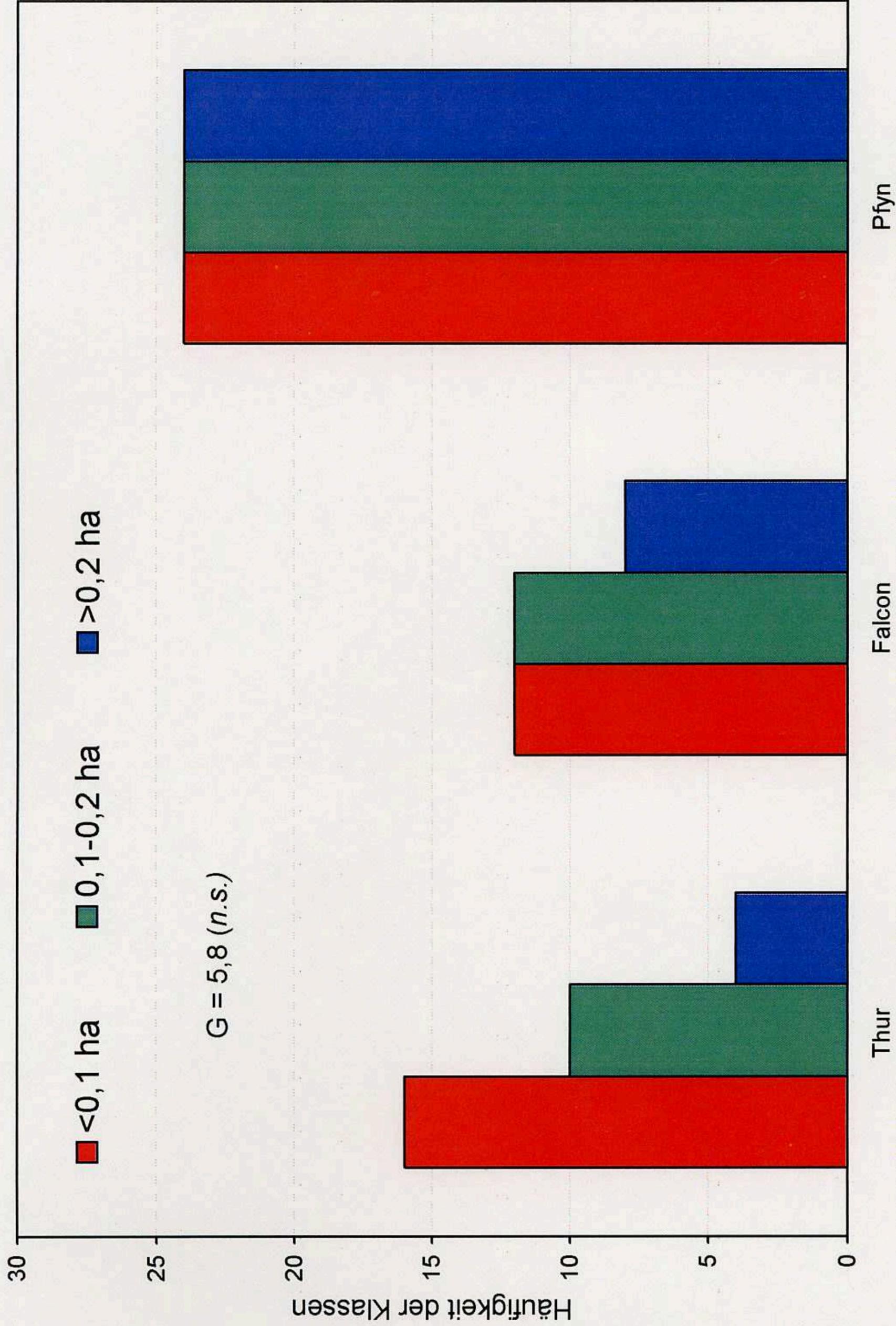


Abb. 45: Verteilung der Flächen

Verteilung der Länge der Uferlinie

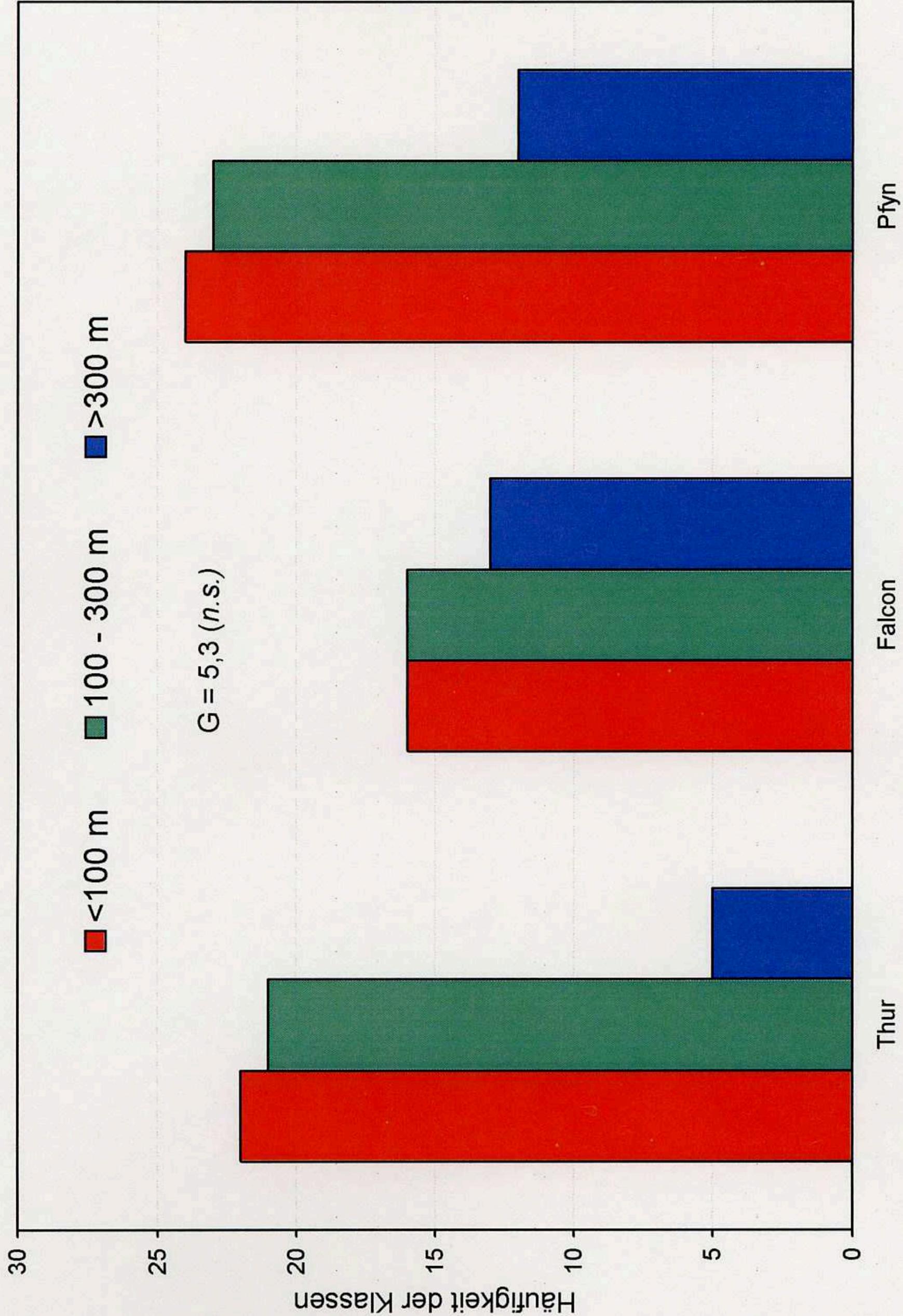
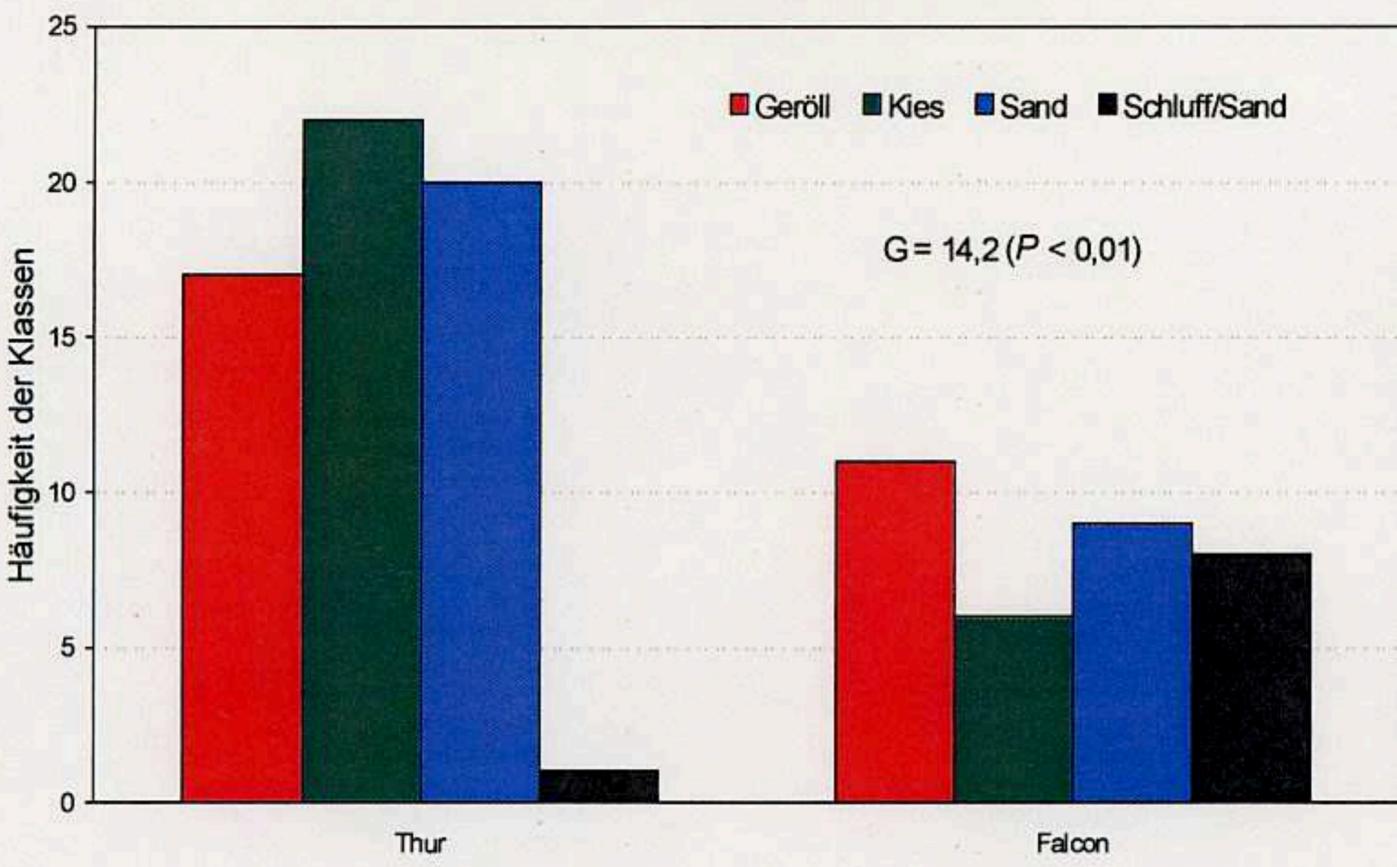
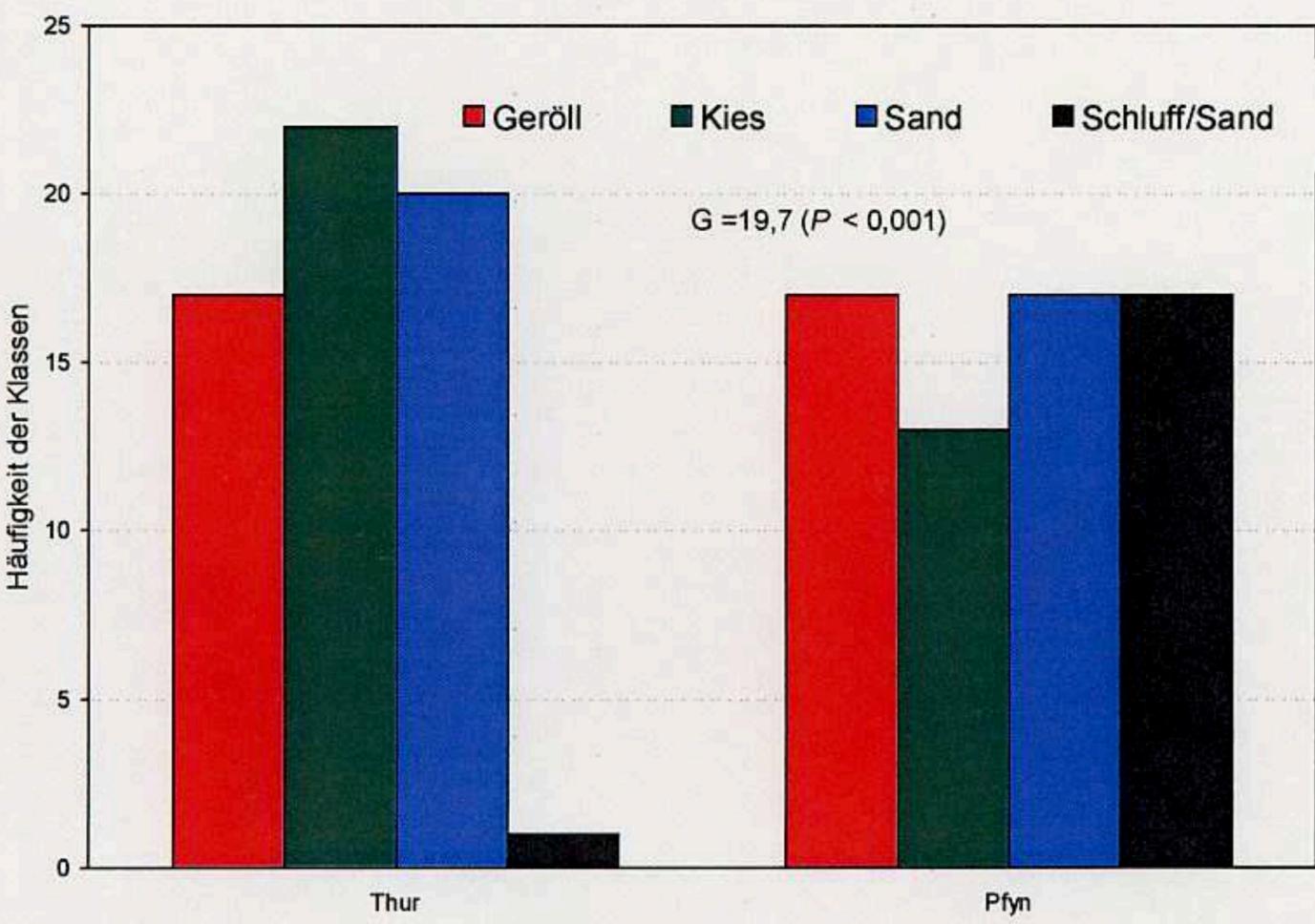


Abb. 46: Verteilung der Länge der Uferlinie

Vergleich Substrat Thur/Falcon



Vergleich Substrat Thur/Pfyn



Vergleich Substrat Falcon/Pfyn

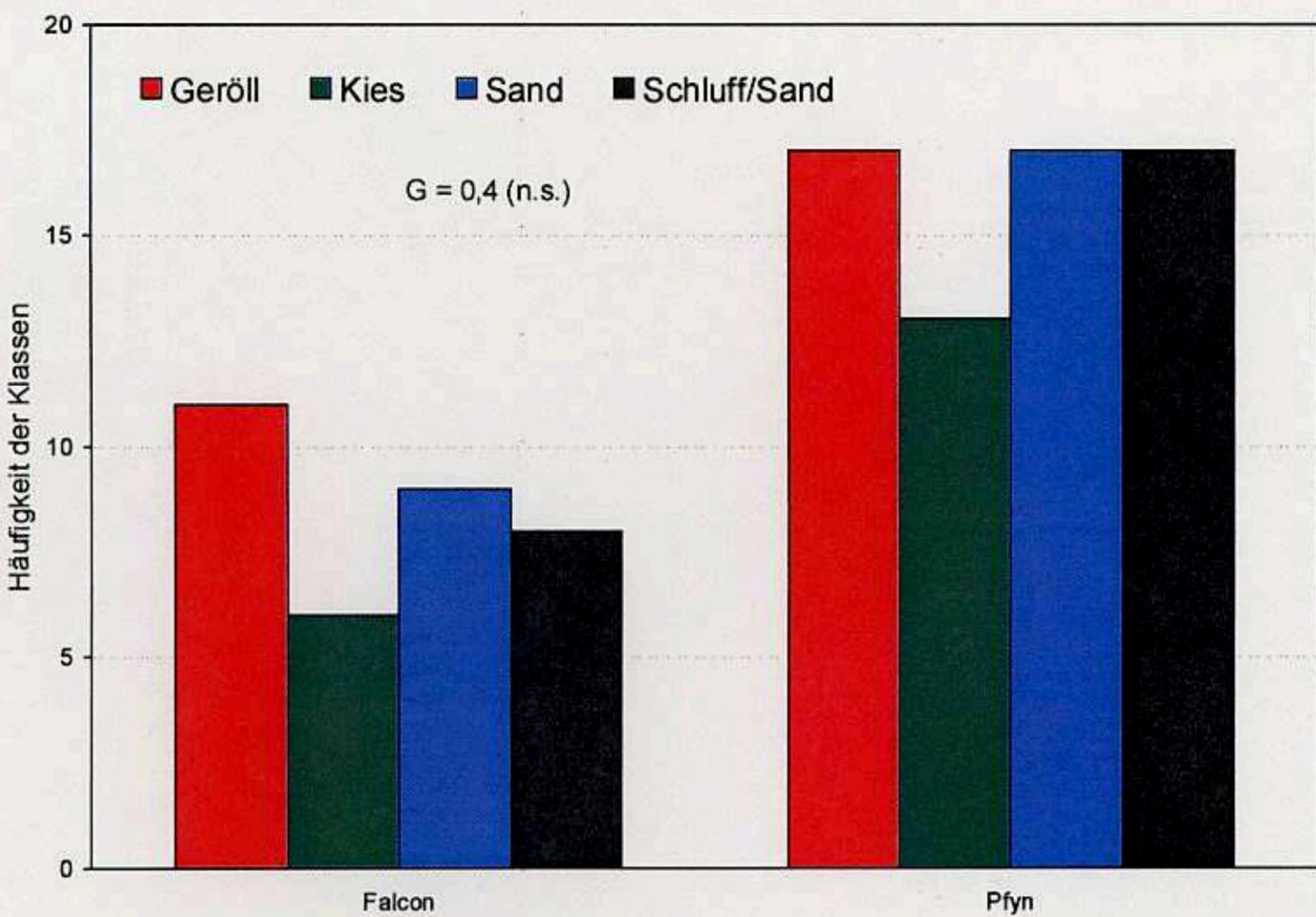
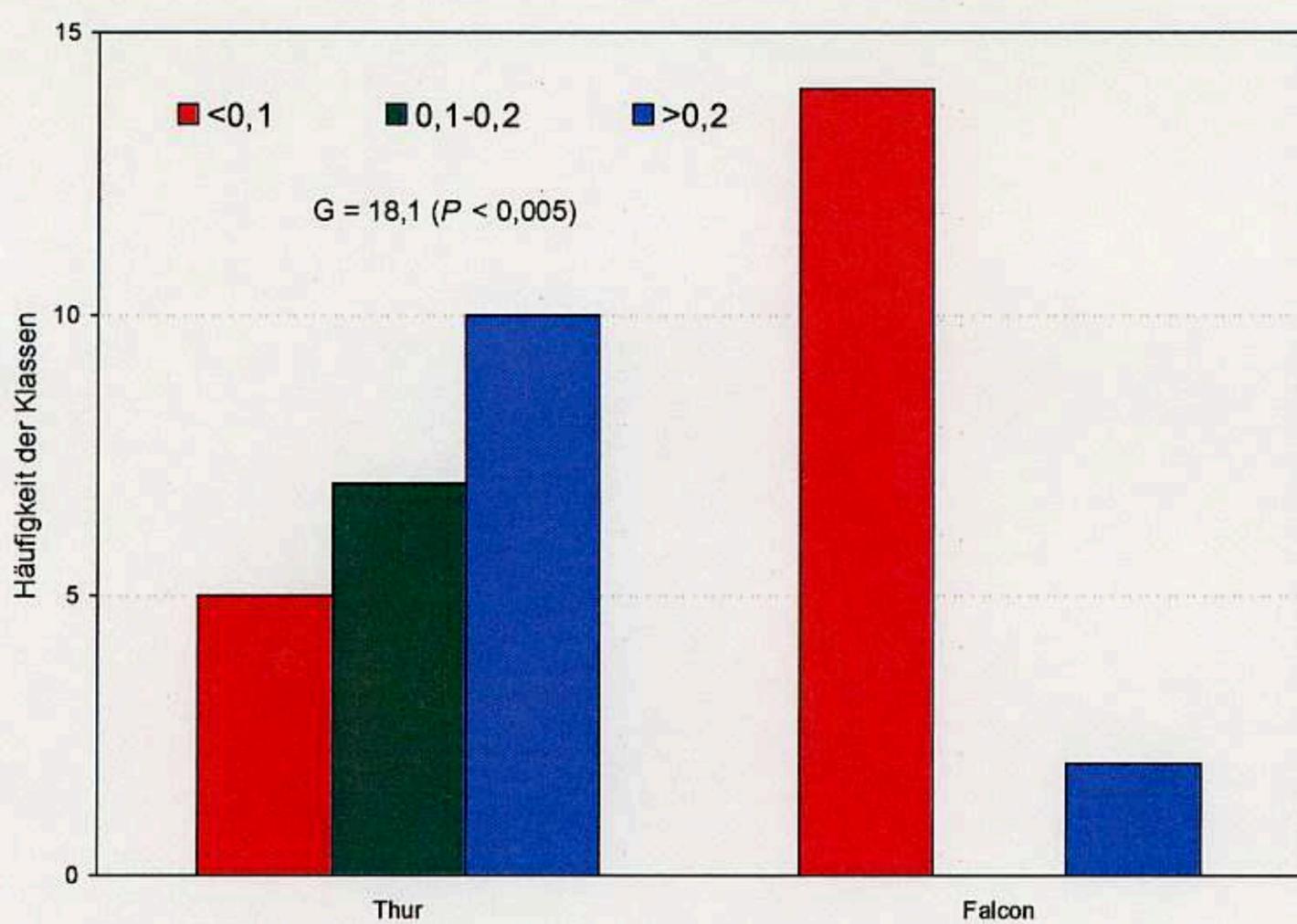
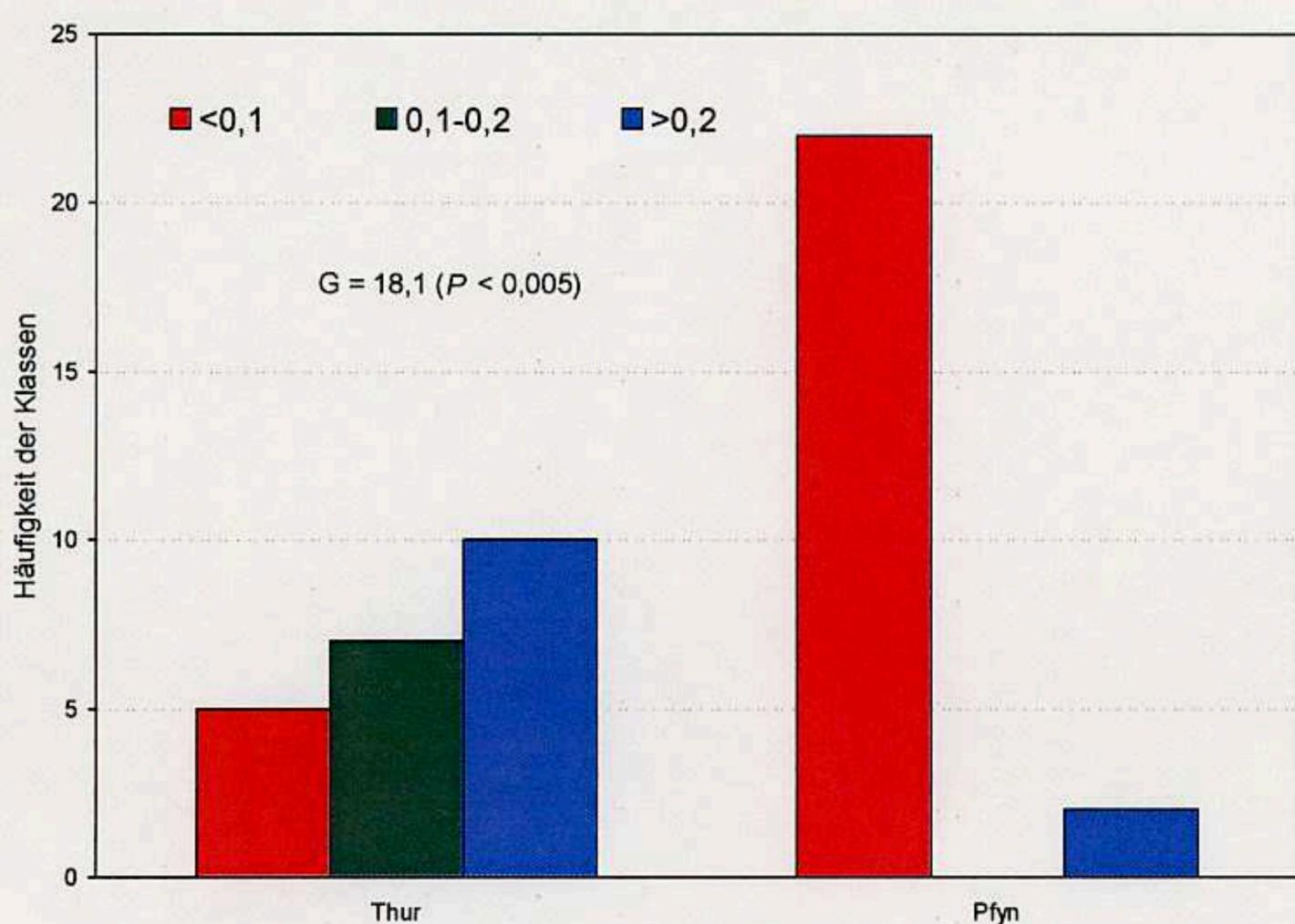


Abb. 47: Paarvergleich Substrat



Vergleich Strukturindices Thur/Pfyn



Vergleich Strukturindices Falcon/Pfyn

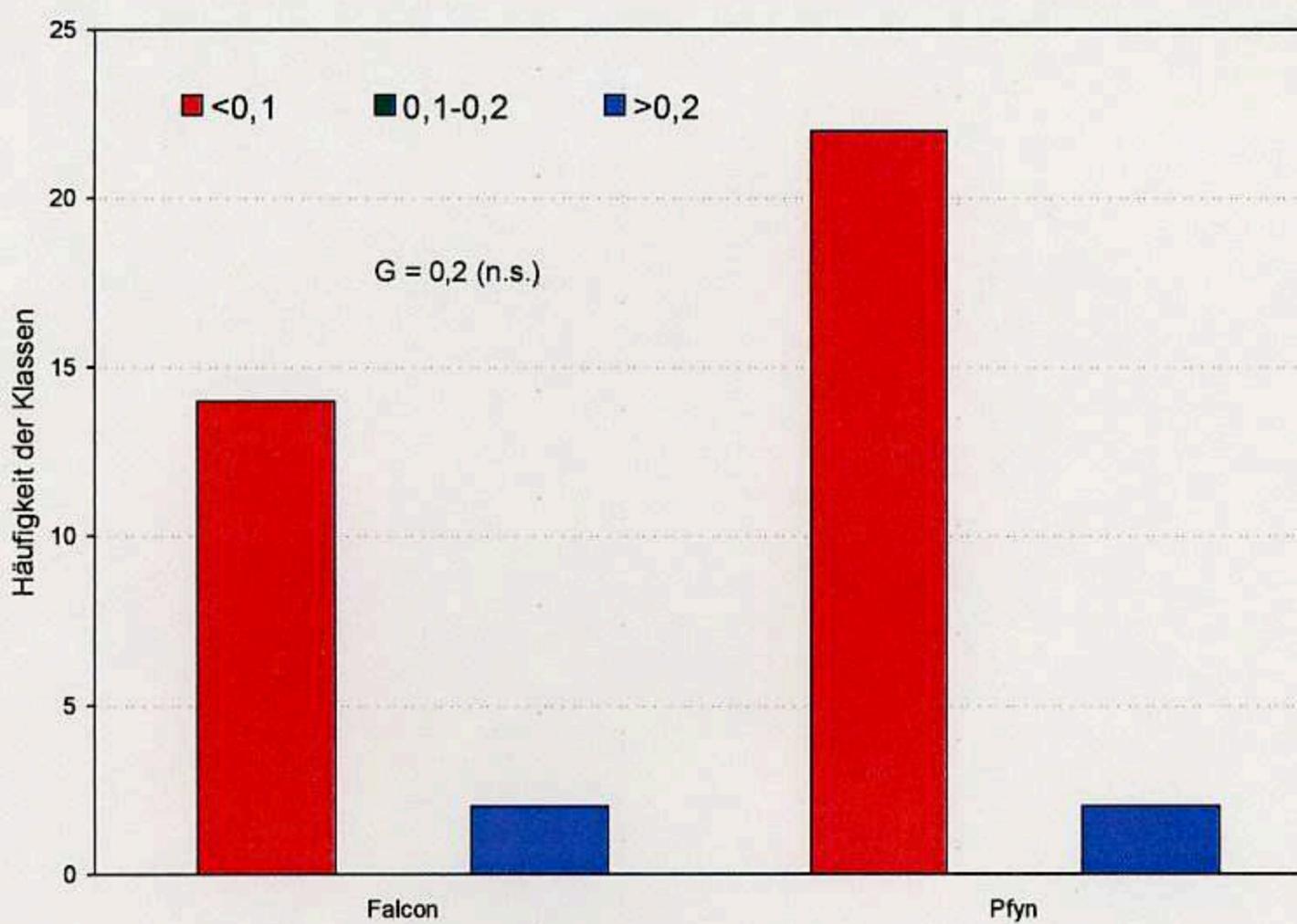
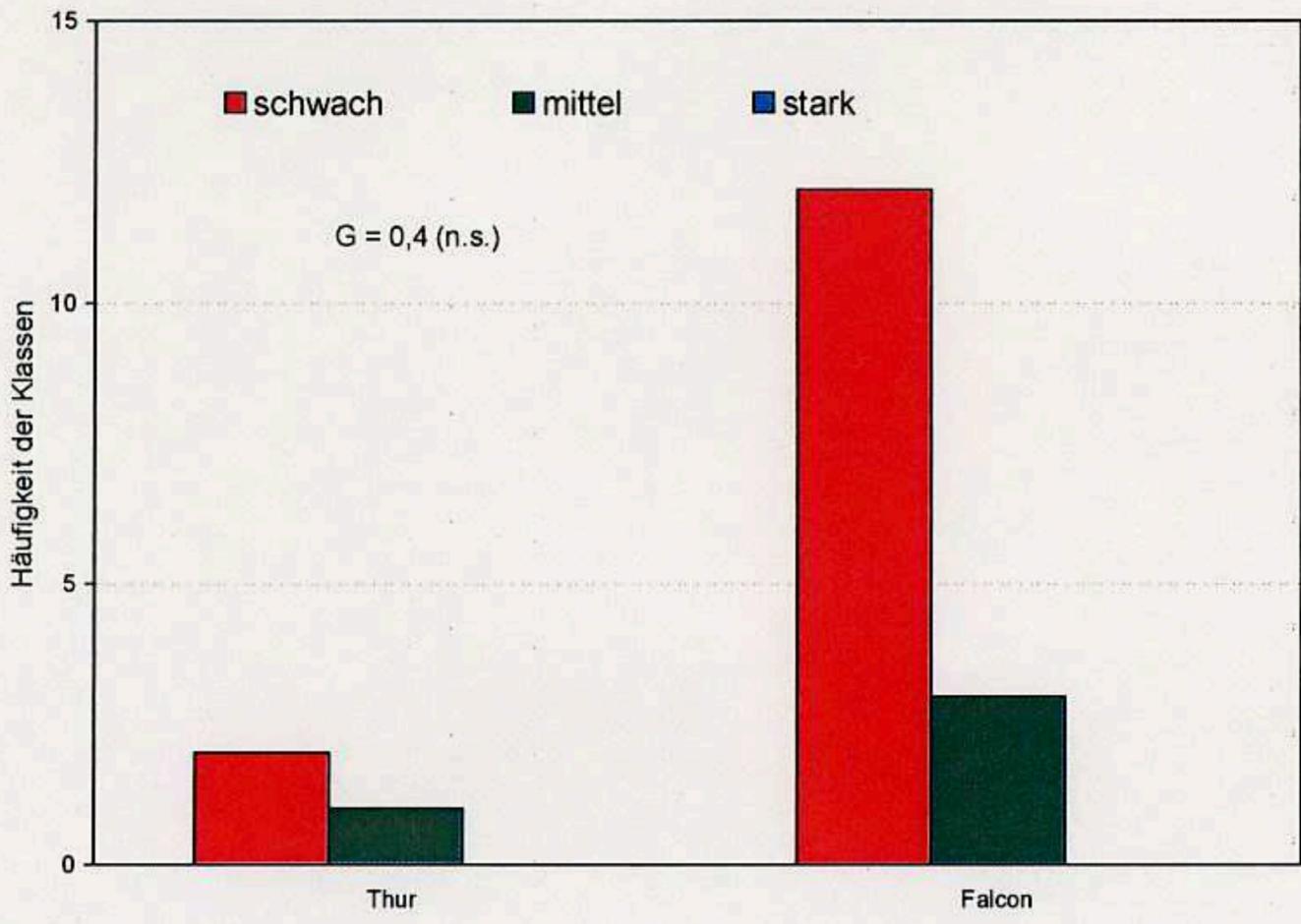
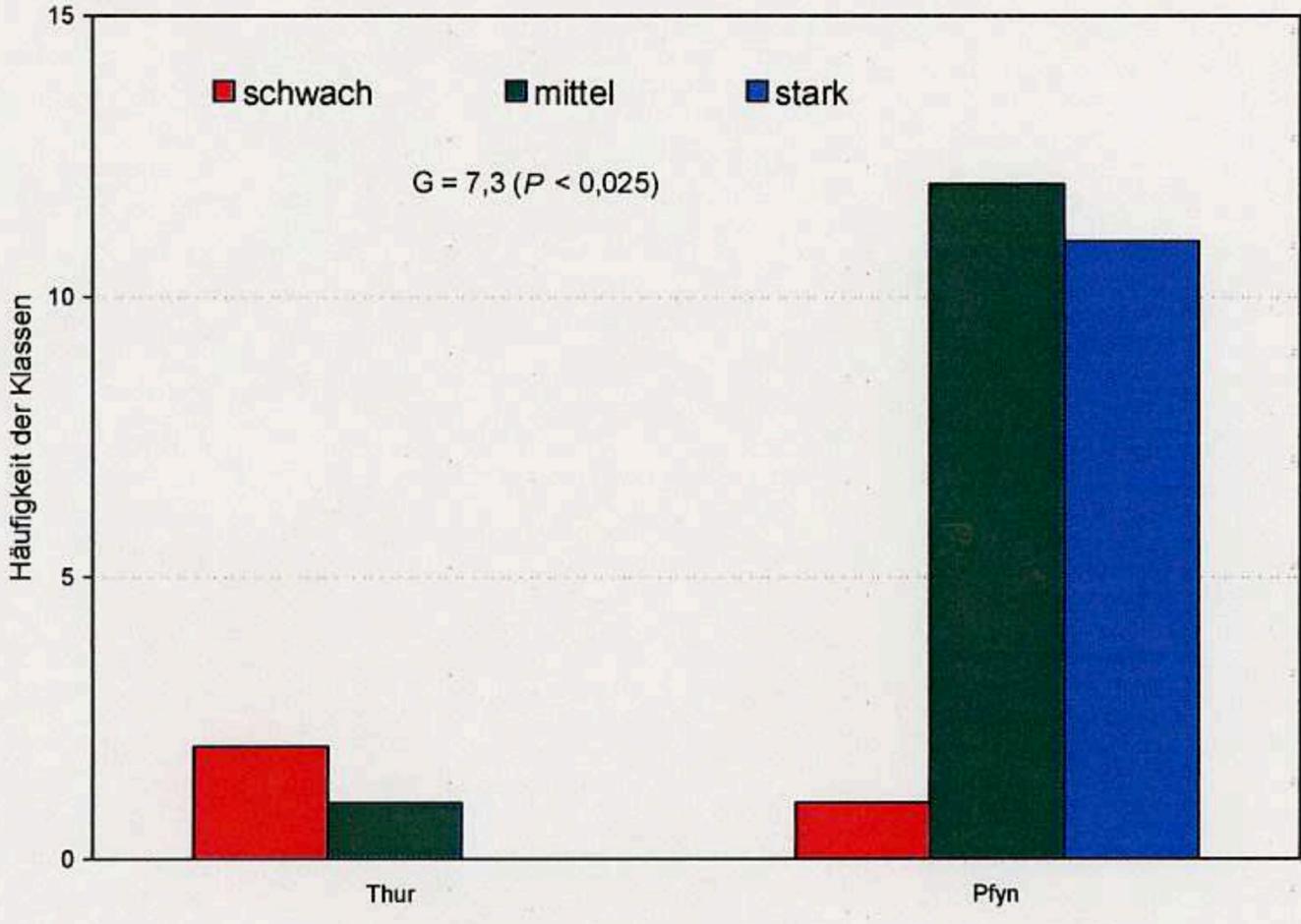


Abb. 48: Paarvergleich Strukturindices



Vergleich Vernetzungsgrade Thur/Pfyn



Vergleich Vernetzungsgrade Falcon/Pfyn

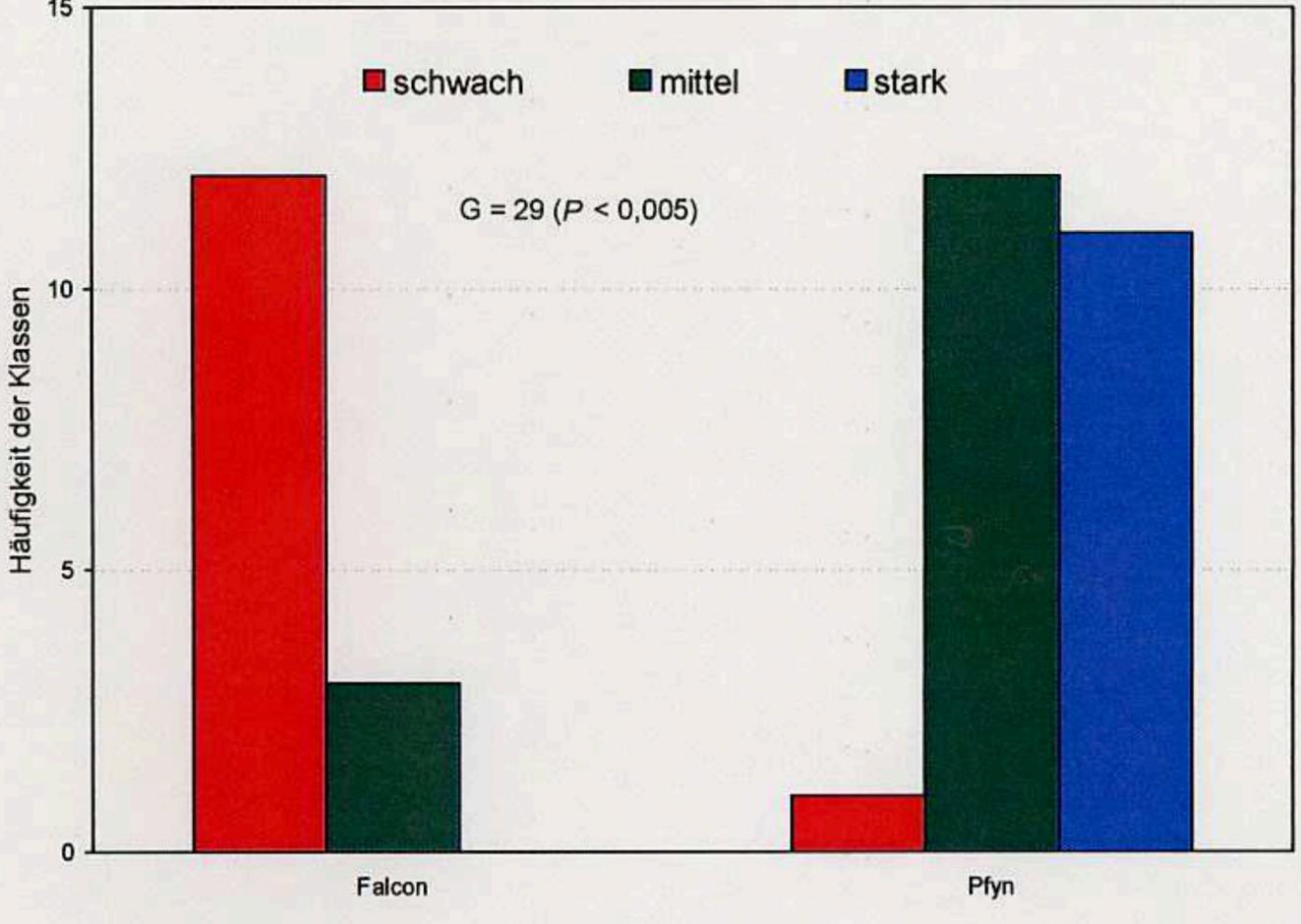


Abb. 49: Paarvergleich Vernetzungsgrad (Mosaik)

6 Diskussion

6.1 Bestandesdichte der Zielarten

Die Fragestellung, ob die untersuchten Aufweitungen neue Habitate für Flussuferläufer und Flussregenpfeifer bieten, kann für die **Thur** nicht positiv beantwortet werden. Die Thur weist auf 12 km Fliessstrecke mehrere alternierende Kiesbänke von ca. 200 - 500m Breite auf, die überwiegend baulich erstellt und landseitig meist mit Bühnen gesichert wurden. Die alternierenden Kiesbänke wiesen sukzessive eine Gerinneverzweigung auf, doch scheint diese Entwicklung zu stagnieren. Bevor die Veränderungen auftraten, diente die Thur beiden Arten als Rast- und Nahrungsgebiet während der Migration. Die Thur bot bis anhin kaum Möglichkeiten für Brutplätze. Durch die Aufweitungen sind ein paar wenige Kiesinseln und alternierende Kiesbänke aufgetaucht. Diese neuen Strukturen wurden von Anfang an von Menschen für Freizeitaktivitäten genutzt – die Kiesbänke wurden zu Grill-, SonnenanbeterInnen- und Hundespielplätzen. Die Kiesbänke sind nur im April für kurze Zeit von diesem Druck befreit. Während der Brutzeit der beiden untersuchten Arten ist die Störungsfrequenz jedoch relativ hoch.

Somit ist eine Brut der beiden Arten in den TF 1, 2 und 3 fast unmöglich. In den Teilflächen 2 und 3 sind die Aufweitungen zu klein und weisen eine sehr spärliche Ufervegetation auf. Es konnten sich bis jetzt kaum genügend grossen Uferbänke oder Kiesinseln bilden. Ein breiter Vegetationssaum am Uferbereich hingegen würde den Vögeln und anderen Tieren einen Zufluchtsort bei Störungen bieten. In TF 4 ist bis jetzt erst ein potentieller Niststandort entstanden, nämlich im hinteren Bereich der TF 4, in der die Thur ins Thurvorland aufgeweitet wurde, und wo sich ein Feuchtgebiet gebildet hat (junge Weidenbestände, Röhrichte, schlickig-sandige, feuchte Flachufer, sanft strömendes Bachgerinne und Temporärtümpel, die nach Hochwassern entstehen). In dieser Öffnung fliesst ein Bach, der vom angrenzenden Auenwald nationaler Bedeutung durch das Feuchtgebiet in die Thur mündet. Gerade im Bereich der Mündung hat sich eine mittelgrosse Kiesinsel gebildet, auf der die zwei Flussregenpfeifer bei Brutversuchen beobachtet wurden. Der Bereich war während des letzten Jahres kaum von Menschen begangen. Dies hat folgende Gründe: Im mittleren Abschnitt der TF 4 wurde im ganzen letzten Jahr auf beiden Uferseiten eine Aufweitung erbaut. Vermutlich schreckte der ständige Lärm (Lastwagen, Bagger) die Menschen ab und sie

vermieden es, zu diesem Feuchtgebiet zu gehen. Gegen Mai/Juni ist das Feuchtgebiet ziemlich zugewachsen und deshalb schwierig begehbar. Hinzu kommt noch, dass der Boden nach Hochwassern jeweils sehr sumpfig-schlickig ist und dementsprechend sinkt man ein. Trotzdem erstaunt es, dass es in diesem Bereich im Vergleich zu den anderen Teilflächen so ruhig bleiben konnte, zumindestens während der jeweiligen Begehungstagen. Das Flussregenpfeifer – Paar wurde anfänglich nur von den Hochwassern gestört, die die Kiesinseln jeweils unter Wasser setzten.



Flussuferläufer



Abb. 50: Oben links und rechts: Hochwasser und Niederwasser, Vergleich der Insel vor dem Feuchtgebiet
Mitte links und rechts: Flussregenpfeifer und Flussuferläufer auf Nahrungssuche im Feuchtgebiet (Baumann, 2002)

Trotzdem zogen sie nicht weg. In unmittelbarer Nähe campierende Menschen waren wahrscheinlich der ausschlaggebende Faktor, der sie Ende Juli doch noch vertrieb.

Das Nahrungspotenzial an der Thur scheint gut zu sein, dies wurde in der Studie von Helen Baur (Bauer 2002) nachgewiesen. Anscheinend ist die Thur im Vergleich zum Tagliamento an gewissen Abschnitten sogar artenreicher an Makroinvertebraten (letzter naturnaher alpiner Fluss Europas).

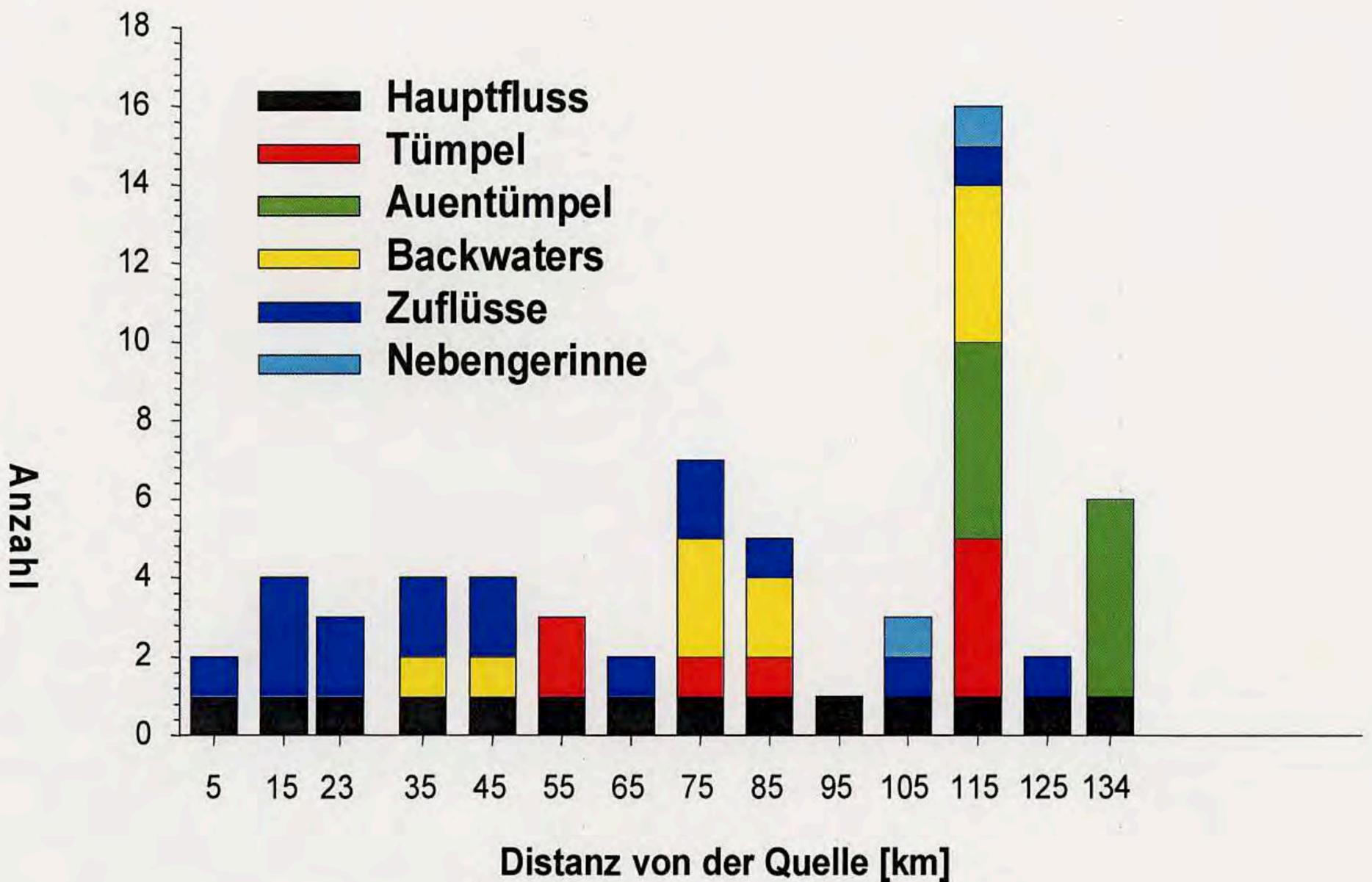


Abb. 51: Präsenz aquatischer Makrohabitate im Längsverlauf der Thur (Bauer 2002)

Abb. 51 zeigt, dass im Feuchtgebiet der TF 4 (km 115) im Längsverlauf eine hohe Präsenz an vielfältigen Makrohabitaten existiert, was die Präsenz der beiden limikolen Vogelarten in diesem Gebiet erklärt. Ebenso ist es ein Hinweis auf Mangelhabitate (fehlende vernetzt, vielfältige Habitate) und ein Grund für das seltene Vorkommen der Arten in den anderen TF der Thur.

Ile Falcon befindet sich unmittelbar unterhalb des Pfywaldes. Seit mehreren Jahren gibt es dort solide Bestände von Flussuferläufer- und Flussregenpfeiferpopulationen. Vögel können ohne weiteres ein paar Kilometer weit fliegen, um Nahrung und eventuell einen besseren Nistplatz zu suchen. Dies wäre eine Erklärung für ihr Vorkommen in Ile Falcon (über mehrere Jahre 1995-2002) bereits unmittelbar nach Aufweitung des Gewässerabschnittes. Die Aufweitung in Ile Falcon besteht aus verschiedenen Habitaten, zwei grossen Inseln mit Kraut/Strauch-Baum Vegetation und mehreren kleineren, vegetationslosen Kiesinseln und Stillgewässern, die, je nach Wasserstand, mit den Teilgerinnen auftauchen oder verschwinden. Grundsätzlich bestehen für beide Arten geeignete Lebensbedingungen (Biotopstrukturen), die sich für beide Arten eignen würden. Doch es könnte sein, dass die Kiesentnahmen²⁰ an dieser Stelle zu einer für die Vögel ungünstigen Zeit veranlasst wurden, denn zur Brutzeit des Flussregenpfeifers gab es keine grossen vegetationslosen Kiesinseln – abgesehen von einer riesigen Uferbank, die zu stark von Anglern, SpaziergängerInnen und Hunden begangen wurde. Somit fehlten wahrscheinlich geeignete Nistplätze für den Flussregenpfeifer. Ausserdem könnte das Nahrungsangebot nicht ausreichend gewesen sein, wie die Studie von Helen Bauer (Bauer 2002) an der Rhone bestätigt. In ihrer Studie wurden allerdings weder Ile Falcon noch der Pfywald miteinbezogen. Die Autorin stellte fest, dass die Rhone von der Quelle bis zur Mündung in den Genfersee arm an Makroinvertebraten ist. Dies wird auf die Doppelbelastung von anthropogenen morphologischen und hydrologischen Veränderungen zurückführt. Zwischen dem Unteren Pfywald und Ile Falcon gibt es eine ca. ein Kilometer lange Fließstrecke, die verbaut ist und auf der die Strömung, unabhängig von Hochwassern, erheblich schneller ist als in den beiden anderen Gebieten. Dies könnte ein Hinweis sein, dass die aquatischen Organismen auf dieser Strecke weggespült werden und der Schwall/Sunk – Effekt eine starke Wirkung auf die empfindliche aquatische Zönose hat.

²⁰ An dieser Kiesentnahmestelle wird regelmässig ein Nebengerinne vom Hauptgerinne eingeleitet, damit werden die beiden grossen Inseln, entweder von viel oder von fast gar keinem Wasser umgeben, was die Bildung von Teilgerinnen und Kiesflächen beeinflusst.

Die beiden Inseln im Zentrum der Ile Falcon, wovon eine dem Flussuferläufer - Paar als Nistplatz diente, scheinen die geeigneten Strukturen für diese Art aufzuweisen. Sie sind relativ grossflächig und weisen eine ideale Höhe auf, das heisst, die Inseln ragen bei durchschnittlichen Hochwassern noch mindestens 1 m über den Wasserstand heraus.

Der **Untere Pfynwald** bietet beiden Arten gute Lebens- und Brutbedingungen. Morphologisch ist dieser Abschnitt nahezu natürlich. Es findet sich eine grosse Vielfalt dynamischer Habitats (kleine bis grossflächige vegetationslose Kiesinseln und Uferbänke, die umgelagert und mit Geschiebe angereichert werden) und stille Seitenarme mit Auenwäldern, periodische Tümpel und Weiher und schllick-sandige, feuchte Flachufer. Man darf jedoch nicht vergessen, dass es sich hier um eine Restwasserstrecke handelt, bei der der Abfluss stark reduziert ist. Wegen des Schwallbetriebs sind die natürlichen Wasserschwankungen stark vermindert.

Die Beobachtungen am **Inn** zeigen, dass sich eine kleine Population von Flussregenpfeifern und Flussuferläufern in der Strada – Aufweitung niederlassen konnte. Aus der Literatur (Bürkli 1985, Robin, Ackermann et al. 1993, Otto 1993) ist bekannt, dass beide Arten im Unter- wie auch im Oberengadin an naturnahen Flussläufen niederlassen und brüten. Das bedeutet, dass die Arten in der Region vorkommen und neue Standorte durchaus erkunden und besiedeln können. Somit besteht weiterhin die Chance, dass sich in der Strada – Aufweitung Brutpopulationen dauerhaft etablieren werden. Im Bericht von Hürlimann et al. (1998) wird in Bezug auf den Geschiebehaushalt ein Problem beschrieben, das weiterhin Schwierigkeiten bringen wird. In Fliessgewässern, die einerseits durch Wasserkraftwerke fragmentiert wurden und denen andererseits Kies entnommen wurde, kann sich kaum ein natürlicher Geschiebehaushalt entwickeln, auch wenn verschiedene Abschnitte zwischendrin aufgeweitet werden. Bisher wird beim Ausbau von Aufweitungen Geschiebe künstlich hinzugefügt, um Kiesbänke und Kiesinseln zu schaffen. Es ist allerdings kaum zu erwarten, dass damit starke dynamische Prozesse initiiert werden, da im Flusssystem zu wenig Geschiebe transportiert wird. Es wäre wichtig, weitere Untersuchungen zu diesem Thema zu machen und Lösungen zu suchen.

6.2 Sind die beiden limikolen Arten geeignete Zielarten?

Diese Frage kann bejaht werden. Beide Arten sind stark an ihr Habitat gebunden. Sie unterscheiden sich wesentlich in der Wahl ihrer Brutplätze, doch sind diese Bruthabitate Teil einer natürlichen Auenlandschaft wie sie am Pfynwald und an den Ile Falcon und Inn/Strada Aufweitungen anzutreffen ist. Neben einer Reihe von anderen Arbeiten (Beaud 2001, Bollmann et al. 2002, Pfister 1991, Buckton & Ormerod 1997, Zarn 1997, Boschert 1998, Müller 2002, Roulier et al. 2002) hat vor allem die Studie von EcoConseil (1995 - 2000) die Bedeutung von Limikolen als Zielarten unter Beweis gestellt. Darin wird auch ein flexibles, auf den Schutz von Limikolen ausgerichtetes Management des Kiesabbaus befürwortet. Das *Fakten Blatt Aue* (Roulier et al. 2002) vom BUWAL (Bundesamt für Wald und Landschaft) hat dem Flussuferläufer eine ganze Nummer gewidmet, da die Erhaltung dieser Art eng mit dem Auenschutz zusammenhängt. Der Flussuferläufer ist wie kein anderer Vogel an den Lebensraum Aue gebunden (auentypische Art) und wird deshalb sogar als Bioindikator betrachtet. Auch im Artenförderungsprogramm der Schweiz, das von der Vogelwarte Sempach und von BirdLife konzipiert wurde (Bollmann et al. 2002), werden beide Arten als Zielarten betrachtet, vor allem weil sie auf der Roten Liste, der Verantwortungs- und Prioritätsartenliste stehen (siehe Fussnote 1).

Aufweitungen können als auenähnlich und somit „ökologisch gelungen“ betrachtet werden, wenn sich Flussuferläufer und/oder Flussregenpfeifer dauerhaft als Brutvögel ansiedeln.

6.3 Gewässerstrukturen

Trotz der geringen Individuenzahl der Arten an beiden Gewässern, ergab die Assoziationsanalyse Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen den Strukturparametern und dem Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen der Arten.

Diese Hinweise sollten für eine Optimierung von künftigen Aufweitungen vertiefter untersucht werden. Im Folgenden wird versucht, die Beobachtungen und Analysen zu interpretieren und die wesentlichen Zusammenhänge herauszustellen.

Die Analyse der **Thur** - Daten weist im Falle des Flussregenpfeifers auf die Bedeutung des Substrats, der Fläche und der Höhe (ev. auch Uferlinie) hin. Das bevorzugte Habitat des

Flussregenpfeifers besteht aus kiesigem, steinigem und sandigem Untergrund. Die Kiesinsel, auf der sich das Flussregenpfeifer - Paar niedergelassen hatte, entsprach diesen Bedingungen. Was die Fläche betrifft, könnte es sich um einen Hinweis auf das Fehlen von grossflächigen Uferbänken oder Kiesinseln handeln. Dies gilt für beide Arten (die Uferlinie würde dies noch unterstützen). Die Bedeutung der Höhe wird daran deutlich, dass während den vier Hochwassern alle Uferbänke und Kiesinseln unter Wasser standen. Das bedeutet, dass die Uferbänke und Kiesinseln nicht ausreichend hoch sind, um während den normalen Sommerhochwassern trocken zu bleiben.

An der Thur konnten sich bis jetzt auf höherem Geländeniveau kleinräumig Bestände krautiger Pioniervegetation in abgelagerten Sedimenten ausbreiten und den Einflüssen der Sommerhochwasser trotzen. Es kann vermutet werden, dass die Aufweitungsbreiten an der Thur zu gering sind, um hochgelegene Sedimentationsbereiche entstehen zu lassen, auf denen Sukzessionsprozesse erst wieder von sehr grossen Hochwasserereignissen unterbrochen werden. Praktisch der gesamte Gerinnequerschnitt wird auch schon bei kleineren Hochwassern vom Hochwasserabfluss und den Erosionskräften erfasst.

Das verhindert einen Bruterfolg, es sei denn, es gäbe zwischen Mai und Juli (während der Brutzeit) eine längere Trockenzeit.

Ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen des Flussuferläufers mit den jeweiligen Strukturparametern konnte nicht nachgewiesen werden. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Flussuferläufer per se die dynamischsten Gewässerabschnitte meidet. In TF 1 (siehe Karten 2) befindet sich auf der südwestlichen Uferseite (stromabwärts) ein Naturschutzgebiet mit geeigneten Habitaten für den Flussuferläufer (krautig-buschige, trockene Uferstandorte). Ausserdem ist das Gebiet von Störungen durch Menschen kaum betroffen, da das Betreten für Unbefugte verboten ist. Weitere geeignete Habitate wurden nicht vorgefunden.

Die Beobachtungen an der **Ile Falcon** betreffen nur den **Flussuferläufer**. Die analysierten Strukturparameter zeigen, dass es mögliche Zusammenhänge zwischen Substrat, Strömung, Uferlinie und Strukturindex geben könnte. Wie schon in den vorherigen Kapiteln beschrieben, scheinen die Strukturen in der Ile Falcon den Flussuferläufern und ihren Habitatpräferenzen gut zu entsprechen. In Bezug auf den Flussuferläufer sind die Parameter demzufolge ein Hinweis für die Qualität der Aufweitung. Das Substrat ist in der Regel eine Mischung aus Kies und Geröll (entsprechend einem alpinen Fluss), abgesehen von den quasi-trockenen Flächen (Schlick/Sand) der Teilgerinne, die gute Standorte für den Nahrungserwerb der Flussuferläufer sind. Die Inseln und Uferbänke in dieser Aufweitung sind sehr grossflächig und weisen eine grosse Uferlinie auf (entspricht einem kleinen „braided-river-system“). Entsprechend ist auch der Strukturindex ein Anzeichen der Qualität dieser Aufweitung. Das Nicht-Vorkommen des Flussregenpfeifers und mögliche Zusammenhänge wurden schon in Kapitel 6.1 diskutiert.

Die Daten von EcoConseil zu **Ile Falcon** scheinen für beide Arten (es wurden bis 1999 beide Arten in der Ile Falcon beobachtet) gewisse Zusammenhänge erkennen, vor allem in Hinsicht auf die Parameter Fläche, Höhe und Strukturindex. Danach scheint es wichtig zu sein, die Aufweitungen so zu gestalten, dass ausreichend hohe und grosse, aber auch ausreichend stark strukturierte (niedriger Index) Inseln und Uferbereiche entstehen.

Der **Untere Pfywald** zeigt mit den Parametern Uferlinie, Höhe, Fläche und ev. Strömung/Substrat mögliche Hinweise für den Zusammenhang mit dem Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen des **Flussregenpfeifers**. Die drei Parameter Fläche, Höhe und Strukturindex (aus Daten von EcoConseil) geben in etwa die gleichen Hinweise. Die Strukturen im Unteren Pfywald sind sehr grossflächig (hohe Kiesbänke und Inseln, die durchschnittliche Hochwasser meist trocken überstehen). Das heisst, dass die Parameter Uferlinie und Strukturindex implizit die Qualität der Flusslandschaft bestätigen. In diesem Bereich gibt es auch viele, fast-vegetationslose Kiesflächen, was der Habitatspräferenz des Flussregenpfeifers entgegenkommt. Der **Flussuferläufer** deutet sich eine Abhängigkeit vom Wasserstand und der Uferlinie an. Der Flussuferläufer wurde im untersuchten Gebiet nur auf Nahrungssuche beobachtet. Dies wäre mit den erwähnten Parametern erklärbar, nämlich, dass ein wechselnder Wasserstand eine Vielfalt von neuen Nahrungsstandorten bietet, und zwar grossflächig über den gesamten Raum der Auenlandschaft. Dies könnte die Häufigkeit der Flussuferläufer auf Nahrungssuche in diesem dynamischen Bereich erklären. Die Brutstandorte dieser Art sind demgegenüber an den ruhigen Seitenarmen im Unterholz vorzufinden. In der Analyse der EcoConseil-Daten zeigt der Flussuferläufer aber dieselben

Zusammenhänge, die vorhin beim Flussregenpfeifer aufgezeigt wurden. Die Resultate könnten die sozusagen unberührte Morphologie der dynamischen Auenlandschaft des Pfynwaldes bestätigen.

Ein wesentlicher Teil in Untersuchungen mit Zielarten ist das Erfassen von **Strukturparametern** (Beschreibung der Habitate) und sollte nicht ausser acht gelassen werden. Es wurde schon mehrmals beschrieben, dass die beiden untersuchten Arten eine wesentliche Bindung an ein Habitat haben, dementsprechend spielen die Strukturen des Habitats eine wesentliche Rolle. Dieser Ansatz wird auch in anderen Studien erwähnt und bekräftigt (Lawton 1996, Roché 1993, Plachter 1998, Beaud 2001). Buckton und Ormerod (1997) haben in einer Studie in England fünf verschiedene Arten entlang von 74 verschiedenen Flüssen untersucht, und deren Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen mit einer standardisierten Methode RHS (river habitat survey) analysiert. Die Methode hat signifikante und bedeutende Korrelationen zwischen den Habitaten und der Verteilung der Vogelarten aufgezeigt. Nach dieser Studie bevorzugen Flussuferläufer und Flussregenpfeifer Flüsse mit wenig Bäumen im Uferbereich, unbewirtschaftetes Weideland und Uferfeuchtgebiete. Die Flussregenpfeiferverteilung war am stärksten mit der Strömung und Gerinnegrösse korreliert.

Diese Studie soll aufzeigen, dass Gerinnebreite, Geschiebehaushalt, Strömung und Wasserstand die wesentlichen Faktoren sind, die die Qualität von Aufweitungen bestimmen und die Besiedlung von verschiedenen Tier- und Vegetationsgruppen beeinflussen. Je grösser die Aufweitung, umso mehr dynamische Prozesse können ablaufen. Aus der Sicht des Hochwasserschutzes sind grosse Aufweitungen begrüssenswert, da auch die Retentionsfähigkeit auf einer grösseren Fläche grösser ist.

6.3.1 Gewässerstruktur - Standortvergleich

Beim Vergleich der drei Standorte Thur, Ile Falcon und Pfyn traten überraschende Resultate in Bezug auf Unterschiede zwischen den Standorten und der Häufigkeit bzw. Verteilung der verschiedenen Merkmalsklassen zu Tage. Parameter, die nicht signifikante Resultate bzw. keine Hinweise auf eine mögliche Beziehung zwischen dem Vorkommen und Nicht-Vorkommen der untersuchten Arten aufwiesen, waren die Längen der Uferlinien und die Grössen der Flächen. Dies deutet darauf hin, dass Struktur und Form der Gerinneaufweitungen, also der relative Anteil unterschiedlich langer Uferlinien bzw. unterschiedlich grosser Flächen, an den drei Standorten sehr ähnlich sind (obwohl der relative Anteil kleiner Flächen an der Thur deutlich höher liegt, siehe Abb. 45). Demgegenüber zeigen die signifikanten Parameter Substrat, Vernetzungsgrad (Mosaik), und Strukturindex einige deutliche Standortunterschiede auf. Der relative Anteil der vier Substrattypen Geröll, Kies, Sand und Schluff/Sand ist in Ile Falcon und Pfynwald auffallend ähnlich,

d.h. alle vier Substrate kommen in einer ähnlichen Verteilung vor. Demgegenüber fehlt an der Thur Schluff/Sand fast völlig. In den Paarvergleichen Thur/Ile Falcon und Thur/Pfyn zeichnet sich dieses Bild nochmals deutlich ab (Abb. 47). In einem dynamisch-natürlichen Fliessgewässer kommen verschiedene Substrattypen zugleich vor, wenn auch in unterschiedlicher Häufigkeit. Die Art und Mischung dieser Substrate bestimmt somit wesentlich die Habitatstruktur und -qualität. Es ist möglich, dass die Thur einen zu geringen Anteil schluffig-sandiger Bereiche aufweist, so dass die beiden Limikolen, die zur Nahrungssuche diesen Substrattyp bevorzugen, ein geringeres Nahrungsangebot vorfinden als auf der Ile Falcon oder im Pfynwald. Dies könnte ein Grund sein für das spärliche Vorkommen dieser Limikolen an der Thur.

Die Verteilung der Strukturindices an den drei Standorten offenbart einen deutlichen Unterschied zwischen der Thur auf der einen und Pfyn/Ile Falcon auf der anderen Seite. Während die Thur ein mehr oder weniger ausgeglichenes Verhältnis der drei Merkmalsklassen aufweist, dominieren an der Rhône Strukturgrößen von 0,1–0,2 (Abb. 43), d.h. hier überwiegen kleinräumige Strukturen. Im Paarvergleich werden die signifikanten Resultate zwischen Thur/Falcon und Thur/Ile Falcon klar präzisiert (Abb.48). Zwischen Ile Falcon und Pfyn bestehen keine signifikanten Unterschiede. Trotz der eindeutigen Resultate lassen sich keine Schlussfolgerungen in Hinsicht auf die optimale Strukturvielfalt, d.h. die optimale Verteilung der Merkmalsklassen, ziehen. Wichtig ist, dass es eine Vielfalt an unterschiedlich grossen Flächen (Inseln, Kiesbänke etc.) gibt, damit die Habitat-Ansprüche beider Vogelarten erfüllt sind. Sicher ist, dass im Pfynwald mehr Individuen beider Arten als Brutvögel vorkamen, als an der Thur. Die Analyse zeigt, dass der Strukturindex ein wichtiger Parameter ist, der in zukünftigen Studien mehr Beachtung finden sollte.

In Hinsicht auf den Vernetzungsgrad der Lebensräume unterscheiden sich die aufgeweiteten Bereiche Thur/Ile Falcon vom natürlichen Bereich Pfynwald signifikant (Abb. 44). In Thur und Ile Falcon sind zwar die absoluten Häufigkeiten voneinander verschieden, nicht aber die relativen (Abb. 49). Die Aufweitungen scheinen also bis anhin vor allem eine Verbesserung innerhalb des Gerinnes bewirkt zu haben, während die laterale Vernetzung der Lebensräume abseits vom Gerinne kaum verbessert wurde, d.h. die Lebensräume sind noch weitgehend fragmentiert und es existiert noch kein Biotopverbund.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass es möglich ist, die Struktur von Gerinneaufweitungen anhand der genannten Parameter darzustellen und zu analysieren und in Beziehung zum Vorkommen bzw. Nichtvorkommen von Flussregenpfeifer und Flussuferläufer zu setzen. Mit Hilfe dieser Parameter ist es möglich, Gerinneaufweitungen in Hinsicht auf die Habitatansprüche der beiden Vogelarten zu optimieren.

6.4 Störung

Der Faktor Störung wurde nur beobachtend und beschreibend in die Untersuchung aufgenommen. Der Faktor wird in Natur- und Umweltschutzkreisen viel diskutiert. Es gibt verschiedene Störungsfaktoren, die die Avifauna in ihrem Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen beeinflussen können. In eine Reihe von Studien (Yalden 1992), (Hocking et al. 1992), (Pfister 1991), wurde der Faktor explizit untersucht. Eine Schwierigkeit besteht darin, objektive und quantifizierbare Methoden zu entwickeln, um Störungen zu messen. In der vorliegenden Studie fielen Störungen durch Freizeitaktivitäten und SpaziergängerInnen mit Hunden eher auf als andere, z.B. Verkehrsachsen (Autobahn, Strassen), Baustellen und Wasserkraftwerke. An der **Thur** wurde während der Untersuchungszeit eine intensive Störung durch SpaziergängerInnen mit Hunden beobachtet (pro Morgen 8-15 Hunde). Die Hunde waren selten an der Leine und tummelten sich am Wasser, auf den Uferbänken und in den spärlichen Gebüschformationen der Uferbereiche. Eine Untersuchung in England (Yalden 1992) mit Flussuferläufern hat gezeigt, dass die Arten - falls sie gestört werden - ca. 29% mehr fliegen müssen als unter ungestörten Bedingungen. Sie werden gezwungen, in Nachbarterritorien einzudringen und verursachen dort mehr Territorialkämpfe als sonst. Bei einer Distanz von 27 m zu einem Menschen fliegen sie auf. Wenn sie Junge haben, machen sie sogar schon bei einer Distanz von 75 m einen Alarmflug. Angler zum Beispiel näherten sich bis auf 25 m Entfernung den Brutplätzen der Flussuferläufer und verursachten so eine noch größere Störung/Bedrohung. Das häufige Vorkommen von Hunden an der Thur ist nicht wie bei Anglern saisonal beschränkt. Es ist bekannt, dass Hunde allem nachjagen was sich bewegt und Bodennester ohne weiteres aufstöbern und bedrohen. Die Beobachtung lässt die Vermutung aufkommen, dass unter diesen Bedingungen erfolgreiche Bruten von Flussregenpfeifer oder Flussuferläufer an der Thur auch in Zukunft sehr unwahrscheinlich sind. Die aufgeweitete Flusslandschaft wird kaum sichere Habitate und Zufluchtsorte aufweisen, da das Thurvorland überall bis ans Wasser einfach begehbar ist und keine verdichteten Vegetationssäume/Uferbereiche hat. Nur tatsächlich umgesetzte Artenschutzmassnahmen (Beaud 2001)²¹ während gewisser Perioden könnten diesen Arten die Möglichkeit geben, sich niederzulassen und ungestört zu brüten (siehe Kap.7 Empfehlungen).

²¹ Im Auengebiet Nationaler Bedeutung an der Sarine bei Château-d'Oex (waadtländische Voralpen), das seit 1992 unter gesetzlichem Schutz steht, wurde weder der vorgeschlagene Pflegeplan noch irgendeine andere Schutzmassnahme umgesetzt. Der Flussuferläufer leidet zum Beispiel unter der intensiven Störung der Freizeitaktivitäten, und bis heute haben sich nur ganz wenige Paare (bis jetzt zwei) dort niedergelassen.

In der **Ile Falcon** wurden solche intensive Störungen nicht vermerkt. SpaziergängerInnen mit Hunden entlang der Aufweitungen wurden ab und zu gesichtet, doch da die Rhone auch bei Niederwasser eine relativ starke Strömung hat, gab es fast keinen Zugang zu den großen Inseln. Der einzig mögliche Zugang zu den Inseln und dem hinteren Bereich der Aufweitung führt durch das Gelände der Kiesabbau - Firma, doch da ist der Zugang verboten und das schienen die Leute zu respektieren. Von April bis Anfang Mai wurden 2-3 Angler gesichtet, die mit hohen Stiefeln durch die Aufweitung schritten, allerdings entlang des Hauptgerinnes, stromaufwärts Richtung Unterer Pfywald.

Im **Unteren Pfywald** waren während längerer Zeit fast keine SpaziergängerInnen anzutreffen. Gegen den Sommer hin jedoch immer mehr, insbesondere auf der nördlichen Uferseite (stromabwärts), die mit einem begehbaren Damm (keine Naturschutzzone) nahe an die Siedlungen von Sierre und Salgesch anschließt. Doch zu diesem Zeitpunkt führte die Rhone viel Wasser und die Strömung war reißend, was die Leute vermutlich abschreckt. Hinzu kommt noch, dass wegen des Schwallbetriebs überall Hinweistafeln zu sehen sind, die auf die Gefahr von plötzlichen Hochwasserereignisse hinweisen. Es gibt große Uferbänke im unteren Teil des Pfywaldes, die man von der Strasse her gut erreichen kann. Dies scheint eine intensive Erholungszone für Freizeitaktivitäten zu sein, aber erst ab dem Sommer. An dieser Uferbank wurden weder Flussuferläufer noch Flussregenpfeifer beobachtet.

In Untersuchungen mit Zielarten und in der Umsetzung von Massnahmeprogrammen sollte dem Faktor **Störung** mehr Beachtung und Gewicht beigemessen werden, auch wenn er schwer quantifizierbar ist. Beobachtungen und Studien über das Verhalten von Vögeln bei Störungen gibt es ausreichend. Diese sollte für eine qualitative Auswertung aussagekräftig und wertvoll genug sein.

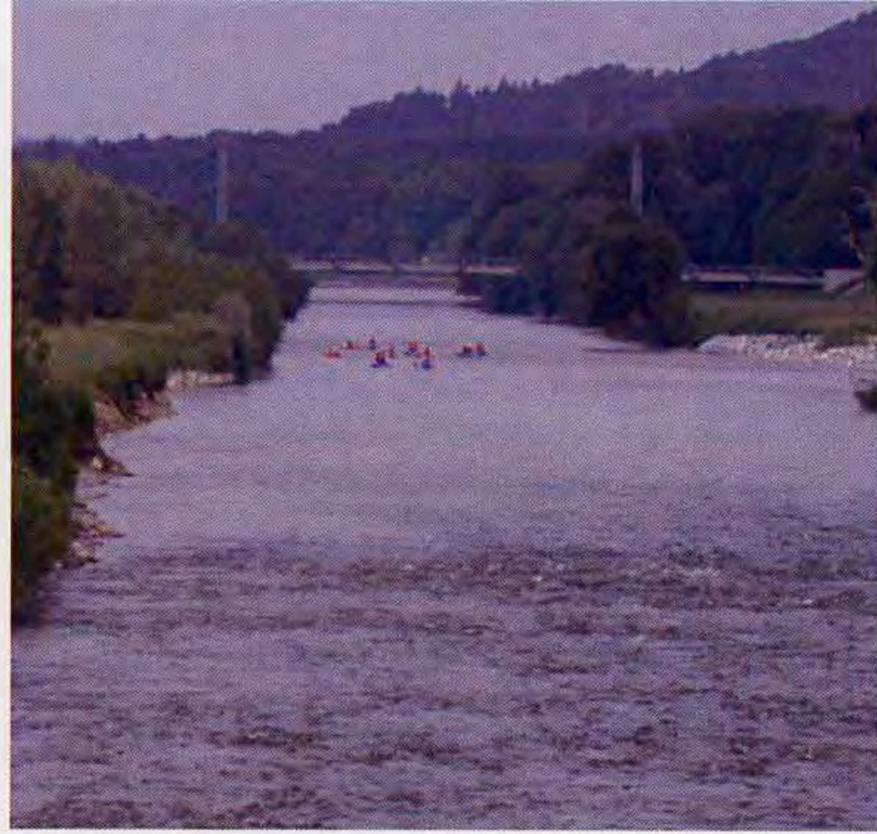
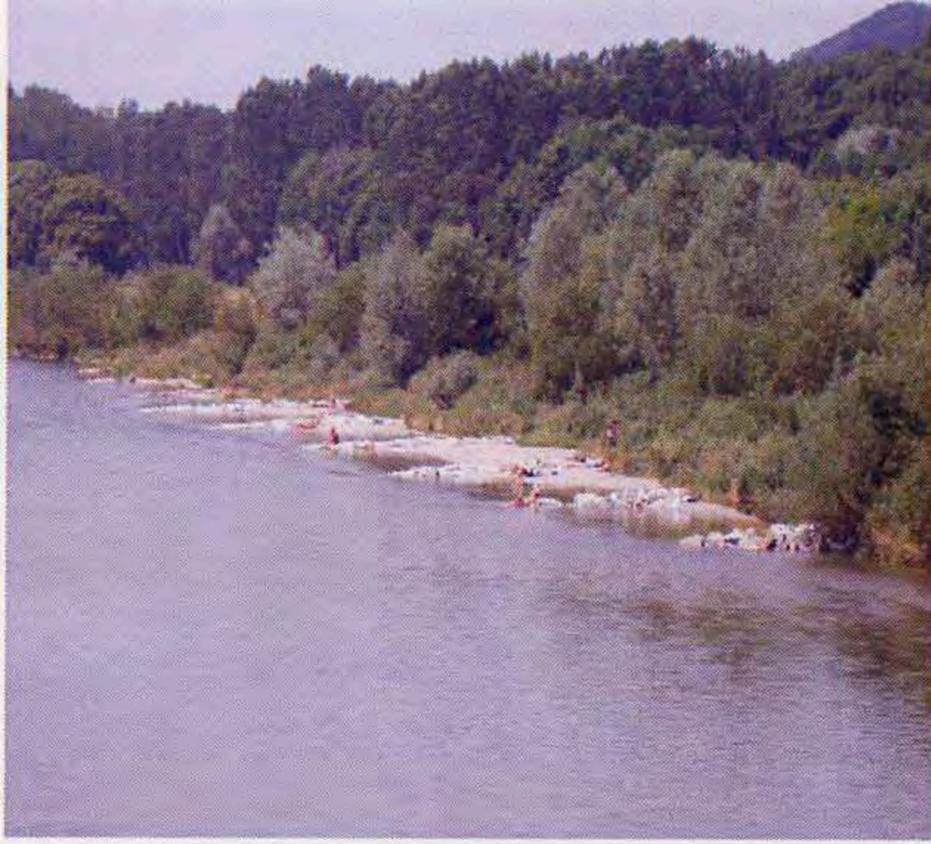


Abb. 52: Verschiede Aufnahmen zu den möglichen Störungen an der Thur (Baumann, 2002).

Oben Links: TF1, Grillparties und Badende;

Oben rechts: Wassersport (Kanusport)

Unten Links: Hunde;

Unten Rechts: Baustelle an der TF4, der mittlere Teil wurde erst 2002 aufgeweitet.

6.5 Schwalleffekt

Der Schwalleffekt wurde in früheren Kapiteln (siehe 3.2.1) schon detailliert beschrieben, insbesondere hinsichtlich der Wirkung auf aquatische und terrestrische Zönosen. Im Zusammenhang mit den Beobachtungen der Flussuferläufer und Flussregenpfeifer an der Rhone wurden keine besonderen Effekte auf deren Vorkommen bzw. Nicht-Vorkommen beobachtet. Der Schwall/Sunk-Effekt hat indessen einen indirekten Einfluss auf die Arten, indem er die aquatische Zönose, die zum Teil zum Nahrungsspektrum beider Arten gehört, empfindlich beeinflusst (tägliche Temperaturschwankungen von 1-2 Grad, O₂-Veränderungen, etc.). Da Flussregenpfeifer und Flussuferläufer auch terrestrische Invertebraten verspeisen, sind sie aber nicht allein auf die aquatische Fauna angewiesen. Die Verminderung des Schwalleffekts und die Aufwertung der Morphologie der Rhone sollten in der Umsetzung künftiger Aufweitungen dennoch ein Schwerpunkt sein.

7 Empfehlungen

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass die Aufweitungsmassnahmen in den untersuchten Gewässerabschnitten auenähnliche Lebensräume schaffen bzw. stabilisieren. Ihr Beitrag zur Entwicklung von Auenlebensräumen der Umlagerungsstrecken fällt allerdings unterschiedlich gross aus (Herbst 2002). Der Grund hierfür sind die verschiedenen Aufweitungsarten und die bis anhin noch spärliche Erfahrung, was qualitativ gute Aufweitungen ausmacht. Mit dem Ziel, die Entstehung dynamischer Auenlandschaften zu fördern, in denen die Zielarten und andere auentypische Arten ihren Platz finden, werden im Folgenden einige Faktoren aufgezählt, die zu einer qualitativen Verbesserung zukünftiger Aufweitungen beitragen können. Die Faktoren basieren auf den durch die Analysen und Beobachtungen gewonnenen Erkenntnissen:

- Die Grösse der Aufweitungen ist ein erster wichtiger Faktor. Sie beeinflusst die Fläche von möglichen Uferbänken und Inseln sowie deren Grösse und Höhe, was z.B. für die untersuchten Zielarten ausschlaggebend ist. Die Aufweitungen sollten mindestens um den Faktor 2 (siehe Fussnote 5) erweitert werden. Die Grösse sollte sich an naturnahen Abschnitten orientieren und ist entsprechend den effektiven Möglichkeiten umzusetzen. Optimal wäre es, dem Fluss „unbegrenzten“ Raum zu überlassen, damit überhaupt dynamische Prozesse stattfinden können.

- Geschieberegionen Strecken sollten wenn möglich aufgeweitet werden. Die Aufweitungen sollten sich unterhalb von natürlichen Geschiebequellen befinden, damit regelmässig Geschiebe in die Aufweitung fliessen und den Umlagerungsprozess befördern können. Dieser Prozess kann die Höhe und die Fläche von Kiesbänken und Uferbänken mitbeeinflussen.
- Es sollten bevorzugt naturnahe oder in der Nähe von naturnahen Flussabschnitten gelegene Bereiche aufgeweitet werden, um die Besiedlung durch autotypische Tiere u. Pflanzen zu erleichtern.
- Die Schaffung von alternierenden Kiesbänken auf längeren Strecken ist in Bezug auf die terrestrischen Lebensräume und die Biozönose (z.B. Flussuferläufer, Flussregenpfeifer, Wasserfledermäuse) und deren Entwicklungsmöglichkeiten sehr wichtig und empfehlenswert.
- Aufweitungsprozesse durch den Fluss selbst sollten zugelassen werden. So können vielfältige Räume/Habitats und Teilgerinne entstehen. Erosionsprozesse können in der Transversale des Fließgewässers anhand von Diskussions- und Interventionslinien definiert werden (Herbst 2002). Uferschutz sollte erst umgesetzt werden, wenn die Interventionslinie überschritten worden ist.
- Massnahmen – Programme²² gegen allgemeine Störungen in empfindlichen Gebieten (z.B. Thur) sollten von Anfang an in Planung und Ausführung von Aufweitungen miteinbezogen werden. Die Erarbeitung der Programme sollte in Zusammenarbeit mit der Bevölkerung erfolgen. Die Sensibilisierung der Bevölkerung allein ist nicht ausreichend. Demgegenüber hat eine aktive Beteiligung an Natur- und Artenschutzprogrammen in der eigenen Region schon viele Menschen zur Mitarbeit motivieren können.

²² Kontrollabschnitte ohne störende Freizeitaktivitäten könnten nach Ankunft der Vögel und bis Ende Brutzeit eingerichtet und danach wieder aufgehoben werden (Es würde sich im Schnitt um 2,5 Monate handeln). Dafür könnte man bodenbrütende Vogelarten aus der Distanz beobachten – ein einmaliges Erlebnis.

- Die Forderung von Untersuchungen der terrestrischen Zönose in Aufweitungen. Dies wurde bis anhin selten gemacht, obwohl sowohl die terrestrische, als auch die aquatische Zönose für Auenlandschaften wichtig ist.
- Langfristige und kontinuierliche Untersuchungen²³ (qualitative und quantitative) sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Fachrichtungen sollen ebenso Bestandteil der Baumassnahmen sein (Monitoring: die Aufnahme des Gebietes vor, während und nach der Aufweitung).

²³ Beim Flussuferläufer und Flussregenpfeifer wäre eine Untersuchung einmal im Jahr, während 2 – 3 Monaten, angesagt, mit ca. 5 Begehungen pro Aufweitung (abhängig von Brutzeit und Migration).

8 Zusammenfassung

Die Aufweitungen an den Flüssen Thur, Rhone (Ile Falcon) und Inn (Strada) wurden auf ihre Wirkung auf typische Vogelarten - Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*) und Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*) - der Uferpionierstandorte untersucht. Als Referenz-Abschnitt diente der Pfywald an der Rhone, eine der letzten naturnahen Auenlandschaften der Schweiz. Die Aufweitungen wurden in ihrer ganzen Länge und Breite (L: 2-10km, B: ~ bis 500 m) begangen und auf das Vorkommen bzw. Nichtvorkommen dieser beiden Limikolen untersucht (Beobachtungen mit Feldstecher und akustische Wahrnehmungen). Zusätzlich wurden die Strukturparameter Substrat, Vegetation, Mosaik (Vernetzungsgrad der Lebensräume), Strömung, Wasserstand, Grösse der Uferbänke und Inseln (Länge, Breite und Höhe) aufgenommen und kartiert. Mit Hilfe von Assoziationsanalysen wurde der Zusammenhang zwischen dem Vorkommen bzw. Nichtvorkommen der beiden Arten und den Strukturparametern untersucht.

An allen Aufweitungen wurden insgesamt nur wenige Individuen der beiden Arten beobachtet. An der Thur wurden einige Flussuferläufer als Durchzügler beobachtet sowie ein Flussregenpfeiferpaar (ohne Bruterfolg). In Ile Falcon wurde ein Flussuferläuferpaar mit Brutverdacht registriert, am Inn wurden zwei Flussuferläuferpaare mit Brutverdacht und mehrere Flussuferläufer beobachtet. An der naturnahen Referenzstrecke wurden am Unteren Pfywald ein Flussregenpfeiferpaar mit Bruterfolg und mehrere Individuen gesichtet, wie auch mehrere Individuen des Flussuferläufers.

Beide Arten haben sehr spezifische Ansprüche an ihr Habitat, wobei die verschiedenen, mit Hilfe der Strukturparameter erfassten Habitateigenschaften von Fall zu Fall unterschiedliche Bedeutung haben. Die vorliegende Untersuchung hat einige signifikante Strukturunterschiede zwischen den Standorten aufgezeigt. Diese gilt insbesondere für die Parameter Substrat, Strukturindex und Vernetzungsgrad der Lebensräume (Mosaik). Daraus ergaben sich Hinweise und Erklärungen zum Vorkommen bzw. Nichtvorkommen der beiden Vogelarten an den jeweiligen Standorten. Weitergehende Untersuchungen zur Abhängigkeit der Zielarten auf spezifische Struktureigenschaften sollten durchgeführt werden, um die Wirkung von Aufweitungen besser erfassen und Empfehlungen für im Sinne des Vogelschutzes verbesserte Aufweitungen ableiten zu können.

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass die Aufweitungsmassnahmen das Standortpotenzial von Auenlebensräumen erhöhen und deren Entwicklungsmöglichkeiten verbessern. Ihr Beitrag zur Entwicklung von Auenlebensräumen der Umlagerungsstrecken fällt allerdings unterschiedlich gross aus.

An der Thur wird in Hinsicht auf die Ansiedlung der beiden ausgesprochen störungsempfindlichen Vogelarten eine Umsetzung von Schutzmassnahmen unter Beteiligung der Anrainerbevölkerung empfohlen, da die Störungsfrequenz durch Freizeitaktivitäten zu intensiv ist und keinen saisonalen Unterbruch erfährt (Hunde, Grillstandorte auf Uferbänken, SonnenanbeterInnen).

Beide Arten erweisen sich als geeignete Zielarten und Bioindikatoren und werden für weitere terrestrische Untersuchungen an Aufweitungen empfohlen.

9 Danksagung

Nach meinem Praktikum an der EAWAG Dübendorf war es für mich klar, dass meine Diplomarbeit ein angewandtes Thema im Bereich der Ökologie und dem Schutz von Fliessgewässern in Zusammenarbeit mit der EAWAG sein sollte. Motiviert durch diese Herausforderung erlebte ich von Anfang an eine schöne Zusammenarbeit, Hilfsbereitschaft, anregende und unterstützende Gespräche.

Zunächst möchte ich Klaus-Dieter Schulz (EAWAG Kastanienbaum) für seine Hilfsbereitschaft, seine Motivation zum Thema und seine Unterstützung, seine anregenden Gespräche und E-Mails danken (auch eine Betreuung auf Distanz kann gut funktionieren). Insbesondere möchte ich Ralf Peveling (NLU Biogeographie) danken für seine stets freundschaftliche und fachliche Unterstützung und Aufmunterung danken.

Ein Dankeschön geht an alle Kontaktpersonen, die mich mit ihrer freundlichen und spontanen Hilfsbereitschaft begleitet haben: Hans Schmid (Vogelwarte Sempach), Alain Lugon (EcoConseil, La Chaux-de-Fonds), Marco Baumann (Amt für Natur und Landschaft, Kt. Thurgau, Frauenfeld), Mathis Müller-Buser (Biologe, Pfyn), Pierre-Alain Oggier (Amt für Verkehr Bau und Umwelt, Dienststelle für Strasse und Flussbau, Kt. Wallis, Sion), Philippe Werner (Pro Natura, Pfywald Wallis), Prof. J. Zettel (Uni Bern), Georg Ragaz (Amt für Natur und Landschaft, Kt. Graubünden, Chur), Norbert Danuser (Tiefbauamt Kanton Graubünden), Achim Pätzold (EAWAG Dübendorf), Sigrun Rhode (WSL, Birmensdorf), Sigfried Herbst (Uni Hannover, Deutschland), Dr. Christoph Meier-Zwicky (Maluns, Kt. Graubünden). Danken möchte ich auch Ingo Rieger für seinen Vorschlag und seine Unterstützung bei der kleinen Nebenstudie mit Fledermäusen und Herman JGA Limpens für seine Hilfsbereitschaft bei der Bestimmung der Fledermausarten.

Der Stiftung Tomcsik, NLU Institut Biogeographie der Uni Basel (Prof. Peter Nagel) und der EAWAG Kastanienbaum APEC (Dr. Armin Peter) möchte ich ganz herzlich für die logistische Unterstützung meines Projektes danken.

Während des ganzen letzten Jahres und all die Jahr zuvor, haben mich in Basel Freundinnen, Freunde und Bekannte mit Interesse am Thema, mit Diskussionsbereitschaft und Ermutigung stets begleitet: Isabelle Specht, Roland Mühletaler, Thibault Lachat, Roland Molenda, Christoph Baumann, Esther Keller, Barbara Keller, Irene Lehner, Petra Meyer, Daniel Weibel, Sandra Schaulin, Ariane Mollenkopf. Meinen Eltern (Wallis, Vex), insbesondere meinem Vater, möchte ich für die nächtlichen Fahrten nach Ile Falcon (für die Fledermausaufnahmen) danken.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Sybille Hock für die freundschaftliche Selbstverständlichkeit der Übernahme der „Go-between“ – Rolle, ihre Ermutigung und Unterstützung.

Anna-Patricia Hadorn möchte ich nicht nur für ihre selbstverständliche Hilfsbereitschaft während all der Jahre danken, sondern ebenso für ihre Unterstützung, ihre Anregungen und das kritische und unermüdliche Korrekturlesen der Diplomarbeit.

Ganz herzlichen Dank gilt Katharina Holzer für ihre unverdrossene alltägliche Unterstützung und für ihre Ermutigung all die Jahre.

10. Literaturverzeichnis

- Baudraz, M. and T. Guillaume (1993-1994).** „Première nidification du Petit Gravelot.“ Nos oiseaux 42(431-438): 229-230.
- Bauer, H. (2002).** Habitat- und Makrozoobenthosdiversität entlang drei alpiner Flüsse. Departement Umweltnaturwissenschaften. Zürich, Eigenössische Technische Hochschule: 65.
- Baumann, P. and L. AG (2003).** Schwall und Sunk. Workshop Rhone - Thur Projekt, Olten.
- Beaud, P. (2001).** „L'avifaune nicheuse de la zone alluviale d'importance nationale de la Sarine à Château-d'OEx (Préalpes vaudoises, Suisse).“ Nos oiseaux 48: 1-14.
- Bollmann et al. (2002).** „Prioritäre Vogelarten für Artenförderungsprogramm in der Schweiz.“ Der ornithologische Beobachter 99(4): 301 - 320.
- Boschert, M. (1998).** „Artenschutzprogramm Baden-Württemberg am Beispiel der Kiesbrüter am Oberrhein.“ Vogelwelt 119: 259-264.
- Brinkmann, R. (1998).** „Berücksichtigung faunistisch-tierökologischer Belange in der Landschaftsplanung.“ Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 4: 127.
- Buckton, S. T. and S. J. Ormerod (1997).** „Use of a new standardized habitat survey for assessing the habitat preferences and distribution of upland river birds.“ Bird Study 44: 327-337.
- Bundesamt für Landestopographie, L. d. S. (2000).** Carte Nationale de la Suisse, SIERRE 1:25000. Wabern, Bundesamt für Landestopographie.
- Bundesamt für Landestopographie, L. d. S. (2000).** Swiss Map 50, 1-4 CH Windows (1:50 000, 1:200 000, 1:1 Million). Wabern, Bundesamt für Landestopographie.
- Bundesamt für Landestopographie, L. d. S. (2002).** Luftbilder Blatt 1179, Tschlin .tif/tfw (farbig). Wabern.
- Burkhardt, M. and H. Schmid, Eds. (2001).** Vögel in der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte Sempach, Verlag Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Bürkli, W. (1985).** „Weitere Brutnester des Flussuferläufers *Actitis hypoleucos* im Oberengadin.“ Der Ornithologische Beobachter 82: 69-70.
- Bundesamt für Wasser und Geologie, B. f. W. u. G. (2003).** Hochwasserwahrscheinlichkeit (Jahreshochwasser), BWG/Sektion Analyse und Vorhersage. 2003.
- ChG (2001).** Die 3. Rhonekorrektur - die letzte Chance für mehr Natur in der Talebene. Umwält-Zitig: 1.

- Die Regierung des Kantons Graubünden, T., 1995/96 (2002).** Schweizerische Hauptstrasse, A27, Revitalisierung Ischla Strada 1:10'000. Chur.
- Pfister, H. P. (1991).** Lebensraumverbund - Grundlage und praktische Bedeutung für ein Arten- und Biotopschutzkonzept im Alpenraum. Sempach, Schweizerische Vogelwarte: 23.
- Fomin, A., Oehlmann, J., Markert, B. (2003).** Praktikum zur Oekotoxikologie - Grundlagen und Anwendung biologischer Testverfahren. ecomed verlagsgesellschaft AG & Co.KG. Augsburg.
- EcoConseil (1995 - 2000).** Etude écologique du Rhône de Finges, Avifaune.
- Helbig, A. J. and M. Flade (1999).** „Bird Numbers 1998.“ Die Vogelwelt - Beiträge zur Vogelkunde 120, Suppl.: 11-23.
- Herbst, S. (2002).** Flussaufweitungen: Potenziale zur Entwicklung von Auenlebensräumen. Institut für Landschaftspflege und Naturschutz, Fachbereich Landschaftsarchitektur und Umweltentwicklung. Hannover, Universität Hannover: 160.
- Hocking, D., M. Ounsted, et al. (1992).** „Examination of the Effects of Disturbance on Birds with Reference to its Importance in Ecological Assessments.“ Journal of Environmental Management 36: 253-286.
- Hunzinger, L. M. (1998).** Flussaufweitungen - Morphologie, Geschiebehaushalt und Grundsätze zur Bemessung. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Zürich, ETH: 187.
- Hürlimann, e. a. (1998).** Revitalisierung eines Flussabschnittes unter Berücksichtigung der Dynamik am Beispiel des Inns. Unterägeri, AquaPlus: 8.
- Kanton Thurgau, D. f. B. u. U. (1997).** Thurkorrektur KM TG 4.346 - 7.18 rechtes Ufer, KM 4.985 - 7.18 linkes Ufer, Situation 1:2000. Frauenfeld.
- Kanton Thurgau, D. f. B. u. U. (2001).** Thurkorrektur KM TG 0.455 - 4.346 (Rechtes Ufer) KM ZH 17.500 - 22.060 (linkes Ufer) Grenze ZH/TG (Fahrhof) - Gem. Uesslingen, Bauprojekt 1997, Situation 1:1000 km 18.400 - 19.800, 2. Teil, Plan Nr. 86444.2. Frauenfeld.
- Kanton Thurgau, D. f. B. u. U. (2001).** Thurkorrektur KM TG 71.175 - 11.000 Uesslinger Brücke - Rorer Brücke, Bauprojekt 1993, Ausführungsplan, Situation, 1:2000. Frauenfeld.
- Kanton Wallis, A. f. U. u. V. (2001).** Luftbilder Pfywald. Sion, Kanton Wallis.
- Kaufmann, M. (2001).** „Auen - Freier Lauf für die Natur.“ ORNIS 2(01): 4-8.
- Lawton, J. H. (1996).** „Population abundances, geographic ranges and conservation: 1994 Witherby Lecture.“ Bird Study 43: 3-19.

Limpens, H. J. G. A. and A. Roschen (1995). Bestimmung der mitteleuropäischen Fledermausarten anhand ihrer Rufe.

Matthäus, G. (1992). Vögel - Hinweise zur Erfassung und Bewertung im Rahmen landschaftsökologischer Planung. Weikersheim: Margraf.

Metzner, J. (2002). „Die Bestandesentwicklung des Flussuferläufers *Actitis hypoleucos* am Obermain nach Renaturierung und Einwirkungen von Hochwasserprozessen.“ Ornithologischer Anzeiger 41: 41-49.

Müller, W. (2002). „Die Wichtigsten zuerst.“ ORNIS 6: 10-13.

Müller-Buser, M. (2001). Neue Lebensräume entlang der Thur für die Vogelwelt, Kanton Thurgau, Amt für Umwelt & Thurgauer Vogelschutz (TVS): 20.

Osing, H. (1993). Der Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*). Solingen, Verlag Natur & Wissenschaft.

Otto, A. (1993). „Flussregenpfeifer *Charadrius dubius* brütet auf 1800 m ü.M. im Oberengadin GR.“ Der Ornithologische Beobachter 90: 304-305.

Plachter, H. (1998). „Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme.“ Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. H. 56: 21-66.

Reich, M. (1994). „Kies- und schotterreiche Wildflusslandschaften - primäre Lebensräume des Flussregenpfeifers (*Charadrius dubius*).“ Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen(8): 43 - 52.

Rhode, S. (in Vorbereitung). Gerinneaufweitung an Fliessgewässern und ihre Auswirkungen auf den Lebensraum Aue. WSL. Birmensdorf, ETH, Eidgenössische Technische Hochschule.

Rieger, I. (1997). „Flugstrassen von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni*) finden und dokumentieren.“ Nyctalus (N.F.) 4: 331-353.

Robin, K et al. (1993). „Flussuferläufer *Actitis Hypoleucos* brütet am Ofenpass auf 1970 m ü.M.“ Cratschla 1(2): 45-46.

Roulier, C. et al. (2002). „Auen und Flussuferläufer.“ BUWAL Faktenblatt Auen 7: 1-12.

Schmid, H. et al. (1998). Schweizerischer Brutvogelatlas.

Schulz, K. D. (2003). Vom Kanal zum Fluss: Forschungsprojekt Rhone-Thur-begleitende ökologische Forschungsarbeiten zu Revitalisierungsmassnahmen an Schweizer Flüssen - Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU)-Kolloquium, Basel.

Valle, R. (1997). „Alcuni aspetti della biologia riproduttiva del piro piro piccolo (*actitis hypoleucos*) nidificante lungo il medio corso del fiume Brenta.“ Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia 7: 182-183.

Weber, T. (2002). „Brut des Flussregenpfeifers *Charadrius dubius* auf einem bekiesten Flachdach.“ *Der ornithologische Beobachter* 99(3): 224-226.

Widmann, E. (1989-1990). „Nidification du Chevalier guignette, *Actitis hypoleucos*, dans une gravière.“ *Nos oiseaux* 40: 376-377.

Yalden, D. W. (1992). „The influence of recreational disturbance on common sandpipers *Actitis hypoleucos* breeding by an upland reservoir, in England.“ *Biological Conservation* 61: 41-49.

Zar, H. Jerrold (1999). *Biostatistical Analysis*. 4th Edition. New Jersey.

Zarn, B. (1997). Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW. Zürich, Eidgenössische Technische Hochschule, ETH, 235.

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Thur - Luftbild	1
Abb. 2: Rhone, Ile Falcon	1
Abb. 3: Thur - Luftbild	1
Abb. 4: Thur - Luftbild	1
Abb. 5: Inn, Strada - Aufweitung	1
Abb. 6: Flussregenpfeifer	7
Abb. 7: Flussregenpfeifer Verbreitung zwischen 1993-1996, und Stand 2001	8
Abb. 8: Unterer Pfynwald, Flussregenpfeifer und Inseln	9
Abb. 9: Flussuferläufer	10
Abb. 10: Verbreitungskarte 1972 – 1976, und Stand 2001	11
Abb. 11: Inn, Strada – Aufweitung Seitenarm der Rhone Ile Falcon, Rhone	12
Abb. 12: Typen von Gerinneaufweitung in der Schweiz	16
Abb. 13: Blick von Uesslingen nach Niederneunforn	17
Abb. 14 – 17: Zu jeder TF und Kartenausschnitt	21
Abb. 18 - 21: Ile Falcon und der Untere Pfynwald	23
Abb. 22: Modelle der Rhone heute und morgen	25
Abb. 23: Schwallerzeugende Kraftwerke (Karte) in der Schweiz	26
Abb. 24: Ile Falcon – Veränderung der Strukturen und Uebersicht des Gebiets	27
Abb. 25: Luftbild: Unterer Pfynwald	30
Abb. 26: Verschiedene Habitate des Unteren Pfynwaldes	30
Abb. 27: Inn, Strada – Aufweitung	31
Abb. 28: Historischer Vergleich der Strada – Aufweitung, Inn	32
Abb. 29: Luftbild – Strada	34

Abb. 32: Vergleich von Hochwasser und Niederwasser an der Thur	40
Abb. 33: Ausschnitte des Thurvorlandes in TF1	44
Abb. 34: Diagramm: Wasserstand und Abfluss der Thur	44
Abb. 35: Einblicke in die Ile Falcon – kleines braided-river-system	45
Abb. 36: Ile Falcon Inseln	45
Abb. 37 + 38: Unterer Pfynwald, Ile Falcon Luftbilder von 1995 und 1996	47
Abb. 39: Unteren Pfynwald: mögliche Bruthabitate des Flussuferläufers	50
Abb. 40: Unterer Pfynwald: Brutstandort des Flussregenpfeifers	51
Abb. 41: Diagramm: Abfluss-, Pegelstand und Temperatur der Rhone	54
Abb. 42: Diagramm: Verteilung der Substrate	56
Abb. 43: Diagramm: Verteilung der Strukturindices	57
Abb. 44: Diagramm: Verteilung der Vernetzungsgrade (Mosaik)	58
Abb. 45: Diagramm: Verteilung der Flächen	59
Abb. 46: Diagramm: Verteilung der Länge der Uferlinie	60
Abb. 47: Diagramm: Paarvergleich Substrat	61
Abb. 48: Diagramm: Paarvergleich Strukturindices	62
Abb. 49: Diagramm: Paarvergleich Vernetzungsgrad (Mosaik)	63
Abb. 50: Thur, Feuchtgebiet	65
Abb. 51: Aquatische Makrohabitate im Längsverlauf der Thur	66
Abb. 52: Mögliche Störungen an der Thur	76

12. Kartenverzeichnis

Karte 1: Thur: 1:200'000	17
Karten 2: Thur, vier Teilflächen 1:2'000	19
Karte 3: Rhone: 1: 200'000	23
Karte 4: Rhone: 1: 25'000	24
Karte 5: Ile Falcon: 1:25'000	27

Karte 6: Unterer Pfynwald	29
Karte 7: Strada – Aufweitung, Inn	31
Karte 8: Strada – Aufweitung, Inn	33
Karte 9: Kartierung der Vegetation an der Thur	41-43
Karte 10: EcoConseil Karten, Ile Falcon (1995-1999, 2002)	47
Karte 11: EcoConseil Karten, Unterer Pfynwald (1995-1999, 2002)	48

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stufe der Beeinträchtigung der Flüsse Thur, Rhone und Inn im Jahr 2002	14
Tabelle 2: Die vier Teilflächen und Anteile der Kiesbänke zur Gesamtuferlänge	23
Tabelle 3: Charakterisierung der Einzugsgebiete der Flüsse Thur, Rhone und Inn	34
Tabelle 3.1: Begehungen	36
Tabelle 4: Strukturparameter/Vorkommen des Flussuferläufers an der Thur	38
Tabelle 5: Strukturparameter/Vorkommen des Flussregenpfeifers an der Thur	39
Tabelle 6: Thur 2002 (n=102), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter	40
Tabelle 7: Strukturparameter/Vorkommen des Flussuferläufers in der Ile Falcon	46
Tabelle 8: Strukturparameter/Vorkommen des Flussuferläufers in der Ile Falcon	47
Tabelle 9: Rhone Ile Falcon 2002 (n=17), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter	48
Tabelle 10: Rhone Ile Falcon (1995-1999) (n=13), (EcoConseil 1995 - 2000)	49
Tabelle 11: Strukturparameter/Vorkommen des Flussuferläufers, Unteren Pfynwald	52
Tabelle 12: Strukturparameter/Vorkommen des Flussregenpfeifers, Unteren Pfynwald	52
Tabelle 13: Rhone - Pfynwald 2002 (n=42), Assoziation zwischen Gelände bzw. Strukturparameter	53
Tabelle 14: Rhone Pfynwald (1995-1999) (n=19), (EcoConseil 1995 - 2000)	53
Tabelle 15: Flussregenpfeifers und Flussuferläufers in der Strada - Aufweitung	55

Aufnahmebogen

Datum: _____ **Uhrzeit (von - bis):** _____ **GPS (Genauigkeit):** _____

Photos-Nr. (gesamt): _____ **Koordinaten (Anfang/Ende):** _____

Fluss/Gebietsbezeichnung: _____

Wetter: _____

Hochwasserspuren: ja, nein **Detritus, Totholz**

Abfluss zum Zeitpunkt der Aufnahme (m³/s): _____

Wasserstand zum Zeitpunkt der Aufnahme: _____

Kies- und Sandbänke/Inseln:

GPS-Nr	Arten/Individuen	Grösse (L, B, Höhe)	Hochwasserspuren	Substrat	Vegetation	Mosaik	Uferentf.(m)	Photo-Nr.

Legende:

Arten/Individuen: *Fr* (Flussregenpfeifer) / *Fu* (Flussuferläufer) / *sonstige* (mit Vermerk angeben). / **Hochwasserspuren:** Beschreibung. / **Substrat:** *SCH* / *T* (Schluff/Ton) u. %-Anteil; *S* (Sand) u. %-Anteil; *K* (Kies) u. %-Anteil; *G* (Geröll) u. %-Anteil / **Vegetation:** *Mos* (Moosschicht u. % / weniger bis 1cm); *Kra* (Krautschicht u. %; weniger bis 15cm); *Gr-Str* (Gras-Strauchschicht u. %; 15-150cm); *Str-Bau* (Strauch-Baumschicht u. %; mehr als 150cm); **Mosaik:** 0=niehts, 1=schwach, 2=mittel, 3=stark (Mosaikfunktion=verschiedene Lebensräume nebeneinander/Vernetzung)