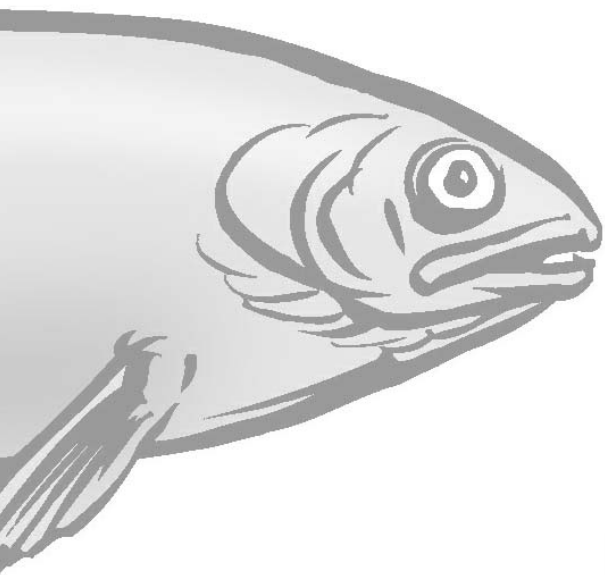


**MITTEILUNGEN ZUR
FISCHEREI**

NR. 71

**Erfolgskontrolle
zum Fischbesatz
in der Schweiz**



**MITTEILUNGEN ZUR
FISCHEREI**

NR. 71

**Erfolgskontrolle
zum Fischbesatz
in der Schweiz**

Avec résumé en français
Con riassunto in italiano

**Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 2002**

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Vollzug Umwelt».

Die Vollzugshilfen gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit; andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen, gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL

Autor

Roger Gmünder, dipl. Natw. ETH, Appenzell

Mitarbeit

Dr. Claudia Friedl, BUWAL

Illustrationen

Remo Gmünder, Appenzell

Bezug

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Dokumentation
3003 Bern
Fax + 41 (0)31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.umwelt-schweiz.ch/publikationen

Bestellnummer

MFI-71-D

© BUWAL 2002

Abstracts	Seite 5
Zusammenfassung	Seite 6
Résumé	Seite 7
Riassunto	Seite 8
1 Einleitung	
1.1 Fragestellung und Auftrag	Seite 9
1.2 Vorgehen beim Zusammentragen der Berichte	Seite 9
1.3 Aufbau des Berichts	Seite 9
1.4 Angebot und Grenzen der vorliegenden Arbeit	Seite 9
1.5 Melde- und Bewilligungspflicht nach Bundesgesetzgebung	Seite 10
2 Ausgewählte Arbeiten	
2.1 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Büttiker (2000), La truite (<i>Salmo trutta L.</i>) du Flon de Carrouge (Suisse), Analyse de la population.	Seite 11
2.2 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Barandun und Gmünder (1997), Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO Teilbericht Fliessgewässer.	Seite 11
2.3 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Friedl (1996), Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle (<i>Salmo trutta fario L.</i>) in einem hochalpinen Fliessgewässer.	Seite 12
2.4 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Krämer (1993), Besatzversuche mit Bachforellen unterschiedlicher Herkunft.	Seite 12
2.5 Besatz mit Bachforellenjährlingen, Flück (1988), Besatzversuch in der Gürbe.	Seite 13
2.6 Besatz mit Bachforellenjährlingen, Polli (1995), Esperimento con immissione di individui 1+ marcati di trota fario nel fiume Ticino in Valle Bedretto e in Alta Leventina.	Seite 13
2.7 Besatz mit fangfähigen Bachforellen, Muggli (1988), Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen (> ca. 22 cm) in der Reuss, Luzern.	Seite 13
2.8 Besatz mit fangfähigen Bachforellen, Gmünder, Minder und Peter (2000), Aargau: Besatzversuche mit fangfähigen Forellen und Hechten (ca. 30 cm).	Seite 14
2.9 Besatz eines unbesiedelten Lebensraumes mit Bachforellensömmerlingen, Gerster und Rey (1995), Fischökologische Untersuchungen an der Melezza, Schlussbericht über die Untersuchungen der Jahre 1992 – 1994.	Seite 14
2.10 Besatz mit Äschenvorsömmerlingen, Guthruf (1996), Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes.	Seite 14
2.11 Besatz mit Äschenvorsömmerlingen, Vicentini (1998), Äschenbesatz im Hochrhein bei Stein am Rhein, Erfolgskontrolle.	Seite 15
2.12 Besatz mit Äschenjährlingen, Guthruf und Guthruf (1999), Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Äsche in der Luzerner Reuss. 1. Zwischenbericht.	Seite 15
2.13 Besatz mit Zuger Seesaiblingen (Brütling, Vorsömmerling, Jährling), Ruhlé (1976), Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (<i>Salvelinus alpinus (salvelinus) L.</i>) im Zugersee.	Seite 15
2.14 Besatz mit fangfähigen Hechten, Gmünder, Minder und Peter (2000), Aargau: Besatzversuche mit fangfähigen Forellen und Hechten (ca. 30 cm).	Seite 16
2.15 Besatz mit Felchenbrütlingen, Ruhlé und Kugler (1998), Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen.	Seite 16
2.16 Besatz mit Felchensömmerlinge, Meng, Müller und Geiger (1986), Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags.	Seite 16
3.3 Empfehlungen, gestützt auf die Resultate aus sämtlichen Berichten	
3.1 Bachforelle	Seite 17
3.2 Äsche	Seite 19
3.3 Hecht	Seite 19
3.4 Felchen	Seite 19

4	Markierung, Wiedererkennung und Ortung von Besatzfischen	
4.1	Gebräuchliche Techniken der Markierung	Seite 20
4.1.1	Ankermarken	Seite 20
4.1.2	Kiefermarken	Seite 21
4.1.3	Flossenschnitte als kurzfristige Markierung	Seite 22
4.1.4	Markierung mit Kältebrandmarken	Seite 23
4.1.5	Pigment- und Farbmarken	Seite 23
4.1.6	Sichtbares Implantat	Seite 25
4.1.7	Coded wire tag	Seite 25
4.1.8	Thermalmarkierung der Otolithen	Seite 26
4.1.9	Fluoreszenzmarken	Seite 26
4.1.10	Elektronische Marken	Seite 27
4.2	Kostenvergleich der verschiedenen Methoden	Seite 29
4.3	Bezugsquellen der Markierprodukte	Seite 30
4.4	Produkte zur Narkotisierung der Fische	Seite 32
4.5	Zum Umgang mit der Bewilligungs- und Meldepflicht	Seite 32
5	Aufbau und Durchführung der Erfolgskontrolle	
5.1	Vereinfachte Fragestellungen erlauben präzisere Resultate	Seite 33
5.2	So einfach wie möglich markieren	Seite 33
5.3	Einzel-, Gruppen oder Gesamtmarkierung	Seite 33
5.4	Künstliche Sterberate und Markenverlust	Seite 33
5.5	Versuchsgewässer, Abwanderung und Wahl der Teststrecke	Seite 34
5.6	Rückfang der eingesetzten Fische	Seite 34
5.7	Gedeihen der Besatzfische über die Zeit – Interpretation der Resultate	Seite 34
5.8	Bezifferung des Besatzerfolgs	Seite 35
5.9	Tabelle mit Beispielen	Seite 36
6	Schlussbemerkungen	Seite 37
7	Tabelle mit den Resultaten aller Arbeiten	Seite 39
8	Literaturverzeichnis	Seite 51

Abstracts: Die vorliegende Publikation gibt einen Überblick über 24 in der Schweiz durchgeführte Erfolgskontrollen von Besatzmassnahmen. Analysiert wurden die Überlebensrate und der Anteil der Besatzfische an der Population ebenso wie die verwendete Methodik. Im Bericht finden sich Angaben und Empfehlungen zum Besatz mit Bachforelle, Äsche, Hecht und Felche. In einem eigenen Kapitel detailliert dargestellt sind geeignete Markierungsmethoden für Besatzexperimente sowie Bezugsquellen für das dazu nötige Material. Schliesslich werden Empfehlungen abgegeben für das Durchführen von Erfolgskontrollen.

Stichwörter: Fischereibewirtschaftung, Fischbesatz, Erfolgskontrolle, Markierungsmethoden

Abstracts: Cette publication donne un aperçu de 24 suivis d'efficacité de repeuplements piscicoles effectués en Suisse. Le taux de survie et la part de la population provenant des mises à l'eau, ainsi que les méthodes utilisées y sont analysés. Ce rapport fournit des données et des recommandations concernant les mises à l'eau de truites de rivière, d'ombres, de brochets et de corégones. Des méthodes de marquage adaptées aux expériences d'empoissonnement, ainsi que des fournisseurs de matériel sont présentés en détail dans un chapitre spécifique. Des recommandations pour la conduite de suivis d'efficacité sont proposées.

Mots clés : gestion de la pêche, repeuplement, contrôle d'efficacité, méthodes de marquage.

Abstracts: La presente pubblicazione dà un quadro generale di 24 controlli dei risultati effettuati in Svizzera sulle misure di ripopolamento. Sono state analizzate sia le percentuali di sopravvivenza e il numero dei pesci da ripopolamento sia il metodo utilizzato. Nel rapporto vi sono indicazioni e consigli sul ripopolamento con trote comuni, temoli, lucci e coregoni. I metodi di marcatura adeguati per gli esperimenti sul ripopolamento come pure le fonti per il materiale sono presentati nel dettaglio in un capitolo a se stante; vengono dati consigli per la realizzazione di controlli.

Parole chiave: gestione della pesca, ripopolamento di pesci, controllo dei risultati, metodi di marcatura

Abstracts: The present publication provides an overview of 24 investigations of the effectiveness of fish stocking measures conducted in Switzerland. It analyses the survival rates of stocked fish and their proportions in populations, as well as the methodologies used. The report provides data and recommendations for stocking brook trout, grayling, pike and whitefish. In a special chapter, it sets out in detail suitable marking methods for stocking experiments and sources for procurement of the material. The report makes recommendations for carrying out performance monitoring.

Keywords: Fishery management, fish stocking, performance monitoring, marking methods

Zusammenfassung

Fischbesatz gehört in allen Kantonen zur fischereilichen Bewirtschaftung der Gewässer. In erster Linie wird damit ein fehlender Laicherfolg überbrückt (Stützbesatz) oder die Befischung ausgeglichen (Kompensationsbesatz). In einigen Gewässern werden, um den Fangerfolg zu erhöhen, fangfähige Fische (Attraktionsbesatz) eingesetzt. Über den Erfolg von Besatzmassnahmen ist jedoch nur wenig bekannt, obwohl an verschiedenen Gewässern Besatzuntersuchungen durchgeführt wurden. Das liegt daran, dass die Ergebnisse nur selten publiziert werden. Für die vorliegende Arbeit wurden in der Schweiz durchgeführte Untersuchungen, datiert bis Mitte 2001, zusammengetragen und bezüglich Ergebnisse und verwendeter Untersuchungsmethoden analysiert. Daraus sollten Verallgemeinerungen über den Besatzerfolg sowie Empfehlungen für Markiermethoden abgegeben werden. Die Arbeit enthält daher ein eigenes Kapitel über Markierungsmethoden.

Insgesamt lagen 24 Untersuchungen zur Bearbeitung vor. Davon bezogen sich 13 auf Bachforellen, je 3 auf Äschen und Felchen, 2 auf Hechte und je 1 auf Saiblinge, Lachse und Seeforellen. Die Spannweite der Methoden und der Resultate war überraschend gross. Der Versuchsaufbau war bei vielen Arbeiten nicht "wissenschaftlich", weil lokale Fragestellungen im Vordergrund standen oder die Mittel begrenzt waren. Dementsprechend zeigten sich bald die Grenzen für verallgemeinernde Schlüsse. Der Besatzerfolg wurde durch zwei verschiedene Messgrössen angegeben: a) der Anteil der Besatzfische am Jahrgang bzw. an der Gesamtpopulation oder b) die Überlebensrate der Besatzfische. Eine Auswahl von 16 Arbeiten wird genauer vorgestellt.

Die Resultate zeigen, dass der Erfolg der Besatzmassnahmen sehr unterschiedlich ist. Für Bachforellen in hochalpinen Fließgewässern mit erschwerten Bedingungen für die Reproduktion kann der Besatzerfolg von Sömmerlingen beinahe 100 % (Anteil am Jahrgang) betragen. Hingegen war in den Gewässern, in denen eine erfolgreiche Reproduktion stattfindet, das Überleben der Besatzfische meist gering: Der Anteil der Besatzfische am Jahrgang betrug für Bachforellensömmerlinge maximal 22 % nach 2 Jahren. Die Ursache für das geringe Überleben kann eine zu grosse Menge Besatzfische für den vorhandenen Lebensraum sein, oder aber die Wildfische sind aufgrund ihrer besseren Adaption an die Umwelt langlebiger als die Besatzfische. Eine Dispersion (Verbreitung der Besatzfische auf eine längere Strecke) der markierten Fische kann als Grund für die Abnahme nicht bei allen Untersuchungen ausgeschlossen werden. Die grossen Unterschiede bei der Überlebensrate der Besatzfische (beispielsweise Bachforellensömmerlinge nach einem Jahr zwischen 2 und 67 %) zeigt die grosse Abhängigkeit des Erfolgs von den äusseren Bedingungen im Gewässer, welche von Jahr zu Jahr variieren können.

Aus den Ergebnissen kann die Empfehlung abgeleitet werden, dass der Besatz mit Brütlingen, Vorsömmerlingen oder Sömmerlingen generell am wirkungsvollsten ist. Die Wahl des Besatzalters muss aber zwingend davon abhängig gemacht werden, ob die für das Alter erforderlichen Lebensraumansprüche vorhanden sind. Bei markierten, fangfähigen Tieren erstreckten sich die Fangrückmeldungen von erfolglos bis 66 % bei den Forellen (Mittelwert bei 10 %) und 0 bis 6 % bei den Hechten. Über den Erfolg der Massenbesätze mit Felchen in die Seen fehlen bis heute verlässliche Zahlen in Bezug auf die Überlebensrate und den Anteil an der Population. Erste Voruntersuchungen am Bodensee ergaben einen relativ hohen Wert (40 % Anteil an einer Charge von Jungfischen aus dem See), der aber noch in keiner Weise gesichert ist.

Bei den angewendeten Markierungsmethoden konnte allgemein ein Trend hin zu aufwändigeren Methoden festgestellt werden. Individualmarkierungen, welche das einzelne Individuum erkennbar machen, sind oft nicht notwendig, um die Frage nach dem Besatzerfolg zu beantworten. Gruppenmarkierungen, beispielsweise mit Farbtätowierungen, würden für viele Fragestellungen genügen. Hingegen sollte der Auflage, dass für eine eindeutige Interpretation der Resultate in einem Gewässersystem alle Besatzfische markiert werden müssen, vermehrt Beachtung geschenkt werden. Die Überprüfung des Besatzerfolgs sollte wenn immer möglich über den Elektrofang erfolgen. In grossen Flüssen oder Seen bewähren sich qualitative Abfischungen mit dem Netz. Rückmeldungen von markierten Fischen aus Anglerfängen erfassen den tatsächlichen Rückfang unvollständig und sind daher für klare Aussagen meist zu ungenau.

Résumé

Dans tous les cantons, la gestion piscicole des eaux a recours aux repeuplements piscicoles. Ceux-ci visent soit à compenser la reproduction naturelle déficitaire (repeuplement de soutien), soit à équilibrer les prélèvements (repeuplement de compensation) ou soit à augmenter le taux de captures (repeuplement « surdensitaire » avec des poissons de « mesures »). Le succès de ces repeuplements est mal connu. Bien que des recherches à ce sujet aient été menées dans diverses eaux, leurs résultats n'ont été que rarement publiés. Dans le cadre de ce travail, les recherches menées en Suisse jusqu'au milieu de l'année 2001 ont été recueillies et analysées. Le rapport tente de dégager des généralités sur le succès des repeuplements ainsi que sur les méthodes de marquage. Il présente un chapitre spécifique consacré aux méthodes de marquage.

Vingt-quatre recherches au total ont été examinées. 13 d'entre elles concernent la truite de rivière, 3 l'ombre et 3 autres les corégones, 2 le brochet, 1 l'omble chevalier, 1 le saumon et 1 la truite lacustre. La diversité des méthodes et des résultats était étonnamment grande. Le protocole expérimental n'était pas toujours scientifique, car fondé sur des questions d'intérêt limité et local. Dans ces conditions, il est rapidement apparu des limites à l'établissement de conclusions d'intérêt général. Le succès des repeuplements a été estimé à l'aide de deux paramètres: a) le taux de poissons immergés par rapport à la population de l'âge correspondant ou à l'ensemble de la population ou b) le taux de survie des poissons immergés. Un choix de 16 travaux est présenté plus en détail.

Les résultats montrent que le succès du repeuplement est très inégal. Pour la truite de rivière dans des cours d'eau alpins offrant des conditions peu favorables à la reproduction, le succès de repeuplement en estivaux peut atteindre 100 % (part de la classe d'âge concernée). A l'opposé, dans des eaux abritant une reproduction naturelle, la survie des poissons immergés est souvent faible: la part des estivaux de truite de rivière immergés atteint, après deux ans, au maximum 22 % de la classe d'âge correspondante. Les causes de cette faible survie peuvent être imputable aux quantités de poissons immergés, trop importantes par rapport aux capacités d'accueil du milieu, ou à la plus grande résistance des poissons sauvages mieux adaptés aux conditions locales. La dispersion des poissons marqués (répartition des poissons immergés sur de plus grands tronçons) ne peut pas être invoquée comme motif de réduction de ce taux dans toutes les recherches. La variabilité observée du taux de survie des poissons immergés (entre 2 et 67 % après une année pour les estivaux de truite de rivière par exemple) montre à quel point le succès du repeuplement dépend des conditions externes des cours d'eau, qui peuvent varier d'une année à l'autre.

Les repeuplements en alevins, en pré-estivaux ou en estivaux semblent les plus efficaces. Le choix de l'âge doit toutefois être déterminé en fonction de l'offre en habitats spécifiques à chaque âge. Pour les poissons de « mesures » marqués, les captures annoncées s'étendent de 0 à 66 % pour la truite (moyenne proche de 10 %) et de 0 à 6 % pour le brochet. Des chiffres fiables font défaut jusqu'à ce jour quant au succès des repeuplements intensifs de corégones dans les lacs, soit le taux de survie et la part de la population qu'ils représentent. Les premières enquêtes menées dans le lac de Constance donnent une valeur relativement élevée (une part de 40 % de la population de jeunes du lac), qui n'est pas encore confirmée.

Parmi les méthodes de marquage utilisées, une tendance générale vers des méthodes lourdes pourrait être relevée. Or les marquages individualisés, qui permettent de distinguer chaque individu, ne sont pas absolument nécessaires pour estimer le succès du repeuplement. Les marquages de masse, les colorations par exemple, devraient suffire pour vérifier de nombreuses hypothèses à condition que l'on prête une grande attention au fait que tous les poissons immergés dans un seul et même système hydrographique doivent être marqués pour permettre une interprétation explicite des résultats. L'examen du succès de repeuplement devrait, si possible, reposer sur des pêches électriques. Dans les grands cours d'eau ou les lacs, les pêches qualitatives au filet ont fait leurs preuves. Les captures de poissons marqués annoncées par les pêcheurs recensent les prises de manière incomplète et sont trop peu précises pour fournir des informations claires.

Riassunto

In tutti i Cantoni il ripopolamento di pesci fa parte della gestione alieutica delle acque. Con tale provvedimento si cerca in primo luogo di colmare la mancanza di uova (ripopolamento di sostegno) o di compensare la pesca (ripopolamento di compensazione). In alcune acque, per far aumentare il successo della pesca, vengono utilizzati pesci catturabili (ripopolamento di attrazione). Tuttavia si sa poco sul successo delle misure di ripopolamento, sebbene in diverse acque siano state effettuate ricerche sui ripopolamenti. Ciò è dovuto al fatto che i risultati vengono raramente pubblicati. Per il presente lavoro, le ricerche effettuate in Svizzera fino a metà marzo 2001 sono state raccolte e analizzate in base ai risultati e ai metodi utilizzati. Da tali ricerche dovrebbero dunque scaturire le generalizzazioni riguardanti il successo del ripopolamento, come pure i consigli per i metodi di marcatura. Il lavoro contiene perciò un capitolo intero sui metodi di marcatura.

In totale sono state effettuate 24 ricerche, di cui 13 riguardavano le trote comuni, 3 rispettivamente i temoli e i coregoni, 2 i lucci e 1 rispettivamente i salmerini alpini, i salmoni e le trote di lago. La gamma dei metodi e dei risultati è stata incredibilmente ampia. Molti lavori non avevano carattere scientifico, poiché vi erano in primo piano problematiche limitate, locali. Sono quindi apparsi presto i limiti per trarre conclusioni generali. Il successo del ripopolamento è stato indicato con due diverse unità di misurazione: a) la quantità di pesci da ripopolamento nell'annata rispettivamente nel popolamento totale oppure b) il tasso di sopravvivenza dei pesci da ripopolamento. Viene presentata più precisamente una selezione di 16 lavori.

I risultati rivelano che il grado di successo delle misure di ripopolamento è molto vario. Per le trote comuni nei corsi d'acqua d'alta montagna con difficili condizioni per la riproduzione il successo di ripopolamento dei pesci estivali può essere quasi del 100 % (percentuale dell'annata). Invece nelle acque in cui ha luogo una buona riproduzione la sopravvivenza dei pesci da ripopolamento è generalmente ridotta: la percentuale di pesci da ripopolamento nell'annata è stata al massimo del 22 % dopo 2 anni per le trote comuni estivali. La causa di questo basso tasso di sopravvivenza può essere una quantità troppo elevata di pesci da ripopolamento per lo spazio vitale a disposizione, o allora i pesci selvatici vivono più a lungo dei pesci da ripopolamento grazie alla loro miglior capacità d'adattamento all'ambiente. La dispersione (diffusione dei pesci da ripopolamento su una superficie più grande) dei pesci marcati non è da escludere come motivo della diminuzione in tutte le ricerche. Le grandi differenze dei tassi di sopravvivenza dei pesci da ripopolamento (per esempio delle trote comuni estivali tra il 2 e il 67 % dopo un anno) mostra che il successo dipende considerevolmente dalle condizioni esterne nelle acque, che possono variare di anno in anno.

Dai risultati emerge la conclusione che il ripopolamento con avannotti, preestivali o estivali è generalmente il più efficace. La scelta dell'età del ripopolamento deve però necessariamente dipendere dall'esistenza o meno delle esigenze di habitat per l'età. Per i pesci marcati, catturabili, le segnalazioni di cattura sono passate da risultati nulli fino al 66 % per le trote (valore medio del 10 %) e dallo 0 al 6 % per i lucci. Sul successo dei ripopolamenti di massa con coregoni nei laghi mancano finora cifre affidabili, riguardo al tasso di sopravvivenza e alla percentuale nei popolamenti. Le prime ricerche preliminari nel Lago di Costanza hanno rilevato un valore relativamente alto (40 % di carico di pesci giovani del lago), che al momento non è però accertato.

Per i metodi di marcatura utilizzati in generale si è potuto stabilire una tendenza ad utilizzare metodi sempre più sofisticati. Marcature individuali, che permettono di riconoscere il singolo individuo, sono spesso superflue per rispondere alla questione del successo del ripopolamento. Le marcature di gruppo, per esempio con segni colorati, sarebbero state sufficienti per molte problematiche. Occorrerebbe invece prestare più attenzione al fatto che, per una chiara lettura dei risultati, in una rete idrografica devono essere marcati tutti i pesci da ripopolamento. Il controllo del successo del ripopolamento dovrebbe avvenire nella misura del possibile tramite la cattura con apparecchi elettrici. Nei grandi fiumi o laghi le peschate qualitative con le reti danno buoni risultati. Le indicazioni relative ai pesci contrassegnati che sono stati catturati da pescatori dilettanti comprendono le effettive ricatture in modo incompleto e sono quindi generalmente troppo imprecise per formulare chiare affermazioni.

1 Einleitung

1.1 Fragestellung und Auftrag

In der Öffentlichkeit ist wenig bekannt über den Erfolg von Besatzmassnahmen in Schweizer Gewässern als Stütze von schwachen und für die Kompensierung von überfischten oder verloren-gegangenen Fischpopulationen. Aus vielen – oft nicht veröffentlichten – Feldstudien gibt es jedoch Erkenntnisse über den Besatzerfolg. Diese Studien galt es deshalb zusammenzutragen, zu sichten und die Resultate sowie Methoden der Erfolgskontrolle in einem Bericht zu präsentieren. Ökologisch motivierte Initialbesätze im Sinne des Artenschutzes sind im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt.

1.2 Vorgehen beim Zusammentragen der Berichte

Die Recherche wurde umfassend angelegt: Ende Oktober 1999 ging an alle kantonalen Verwaltungen sowie an die Hochschulen und einschlägigen Forschungsinstitute der Schweiz ein Schreiben, in welchem die Zuständigen gebeten wurden, die Dokumentationen über ihre Besatz- und Markierungsexperimente einzusenden. Dabei wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, dass man sich nicht auf abgeschlossene Arbeiten beschränken wollte, sondern auch interessiert war an Rohdaten. Bei ausstehenden Antworten wurde nachgefragt, ob Daten überhaupt vorhanden sind und wie diese allenfalls zu ergänzen wären. Wo bereits veröffentlichte Arbeiten den Überblick erweitern, sind deren Resultate in den vorliegenden Bericht eingeflossen.

1.3 Aufbau des Berichts

Kapitel 2 präsentiert eine Auswahl von Resultaten über den Besatz von einheimischen Fischen in Schweizer Gewässer. Berücksichtigt sind Arbeiten bis Mitte Jahr 2001. Erst die Tabelle im Kapitel 7 präsentiert die Resultate aller Arbeiten im tabellarischen Überblick. Bei deren Vergleich ist Vorsicht geboten, da Versuchsaufbau und Rahmenbedingungen nur selten übereinstimmen. Alle Resultate sind gegliedert nach Fischarten und Altersstadien. Der Besatzerfolg wird je nach Arbeit auf drei verschiedene Arten angegeben: 1. Anteil der Besatzfische am Jahrgang (oder an der Population), 2. Überlebensrate der eingesetzten Fische und 3. Rückmeldungen geangelter, markierter Tiere durch Fischer.

Kapitel 3 gibt Empfehlungen, gestützt auf alle eingegangenen Berichte. In Kapitel 4 werden Techniken aufgezeigt, wie Fische für die Wiedererkennung markiert werden können. Die Zusammenstellung der Techniken sowie die Aufzählung deren Vor- und Nachteile entstammen den Unterlagen zum Markierkurs 1995 der EAWAG von Peter und Ruhlé (1995). Wo möglich sind diese Techniken kommentiert mit Erfahrungen aus den eingegangenen Arbeiten. Die Angaben über die Kosten der verschiedenen Markiertechniken stammen von Hammer und Blankenship (2001). Kapitel 5 schliesslich gibt Empfehlungen zum Aufbau sowie zur Durchführung einer Erfolgskontrolle und beantwortet häufige Fragestellungen im Zusammenhang mit der Wahl der Markiertechnik. Jeder Versuchsaufbau hat andere Anforderungen an die Markierung. Es gilt, die richtige Wahl zu treffen!

1.4 Angebot und Grenzen der vorliegenden Arbeit

Was den Erfolg von Besatzmassnahmen betrifft, bietet die vorliegende Mitteilung entsprechend der Recherche ein Sammelsurium verschiedener Resultate. Der Überblick ist jedoch umfangreich und widerspiegelt einen Grossteil der bis Mitte Jahr 2001 existierenden Zahlen in der Schweiz. Die Erfahrungen aus den eingereichten Arbeiten erlauben, Empfehlungen zu geben für die richtige Wahl der Markierung und wesentliche Punkte zu erläutern, welche schon beim Aufbau des Versuchs beachtet werden sollten.

1.5 Melde- und Bewilligungspflicht nach Bundesgesetzgebung

Meldepflicht: Gemäss Art. 11 der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (SR 923.01) müssen die Kantone alle Fischmarkierungen beim Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) melden. Folgende Angaben müssen dabei gemacht werden:

- 1 Zweck der Markierung
- 2 Markierungsart
- 3 Anzahl markierter Tiere
- 4 Bezeichnung der Marken
- 5 Beginn und Dauer der Erhebung
- 6 Organisation und Auswertung

Bewilligungspflicht: Markierexperimente gelten gemäss Art. 12 des Tierschutzgesetzes (SR 455) als Tierversuche und unterliegen der kantonalen Bewilligungspflicht (Art. 13 a). In der Fischereiverordnung (Art. 11 Abs. 2) wird geregelt, dass das BUWAL im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) Richtlinien über die Markiermethoden erlässt, welche der Bewilligungspflicht nicht unterstehen. Gemäss BUWAL und BVET (1995), Richtlinie Tierschutz 4.03, sind dies:

- 1 Kältebrandmarken
- 2 Farbmarkierungen mittels nadelloser Injektionsspritze
- 3 Coded Wire Tags
- 4 PIT-Marken
- 5 Chemische Marken als Farbstoffe

Für Salmoniden ebenfalls nicht bewilligungspflichtig sind:

- 6 Schneiden der Fettflosse
- 7 Kiefermarken (für grössere Fische als 15 cm)
- 8 Visible Implants (für grössere Fische als 15 cm)

2 Ausgewählte Arbeiten

Das folgende Kapitel zeigt eine Auswahl der eingegangenen Arbeiten mit dem Ziel, hinsichtlich Fischart und Altersstadium ein möglichst umfassendes Bild zu vermitteln. Wo vorhanden, sind die absoluten Zahlen auch angegeben. $N_{t=0}$ steht dabei für die Anzahl aller markierten Fische in der Teststrecke bei Versuchsbeginn (Tag 0). Alle anderen N stehen für die Anzahl der markierten Fische in der späteren Stichprobe. Die angeführten Fazite wurden grösstenteils aus den Berichten übernommen.

Der Besatzerfolg wird von den Autoren auf drei unterschiedliche Arten angegeben:

1. **Anteil** der markierten Fische **am Jahrgang** (zum Teil auch **Anteil an der Gesamtpopulation**)
2. **Überlebensrate**: Prozentsatz der überlebenden Besatztiere im Gewässer nach einer bestimmten Zeit
3. **Rückmeldungen von markierten Tieren** durch Fischer

2.1 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Büttiker (2000), La truite (*Salmo trutta L.*) du Flon de Carrouge (Suisse), Analyse de la population.

Gewässer: kleiner Bach, 530 bis 800 m ü. M., Forellenregion

Erfolgskontrolle: Versuch über mehrere Jahre: Die Prozentzahlen widerspiegeln den **Anteil** der Besatzsömmerlinge **am Jahrgang**.

Besatzerfolg:	Jahrgang 1985, 4892 markierte Sömmerlinge	Jahrgang 1986, 6446 markierte Sömmerlinge
	nach 25 Tagen: 67 % ($N_{\text{markiert}} 524$)	nach 1 Monat: 77 % ($N_{\text{markiert}} 120$)
	nach 7 Monaten: 55 % ($N_{\text{markiert}} 313$)	nach 7 Monaten: 65 % ($N_{\text{markiert}} 177$)
	nach 12.5 Monaten: 38 % ($N_{\text{markiert}} 229$)	nach 14 Monaten: 46 % ($N_{\text{markiert}} 97$)
	nach 18 Monaten: 31 % ($N_{\text{markiert}} 134$)	nach 19 Monaten: 22 % ($N_{\text{markiert}} 52$)
	nach 25.5 Monaten: 20 % ($N_{\text{markiert}} 59$)	

Fazit: Auch ohne Besatz ist eine lebensfähige Population gewährleistet. Die Artgenossen aus der natürlichen Verjüngung verdrängen die Besatzfische. Der Autor weist eine signifikante Korrelation nach zwischen den Schwankungen der Abflussmenge und den Schwankungen des Ertrags im gleichen Jahr! Keine Korrelation besteht zwischen den Abflussmengen und dem Ertrag mit einer Zeitverschiebung von 2, 3 oder 4 Jahren.

2.2 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Barandun und Gmünder (1997), Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO, Teilbericht Fliessgewässer.

Gewässer: Bachbreite: 10 bis 20 m, Forellenregion, 800 m ü. M., Wildbach

Erfolgskontrolle: Besatz mit Sömmerlingen gleichmässig über die Sitter im Kanton: In den 3 Teststrecken sowie ober- und unterhalb bis zu 200 m über die Strecken hinaus sind die eingesetzten Sömmerlinge markiert. Abfischung mit dem Elektrofänger nach 2 Wochen. Die Werte zeigen die **Überlebensrate**.

Besatzerfolg:	Nach 13 Tagen:	12 % (Strecke 1: $N_{t=0} 311 / N_{t=13tg} 38$)
		12 % (Strecke 2: $N_{t=0} 223 / N_{t=13tg} 27$)
		16 % (Strecke 3: $N_{t=0} 223 / N_{t=13tg} 35$)

Fazit: Die Resultate sind ein deutlicher Hinweis dafür, dass die maximale Dichte von Sömmerlingen bereits aufgrund der natürlichen Verjüngung weitgehend erreicht ist.
Empfehlung: Besatz mit Sömmerlingen nicht in die Sitter selbst, sondern mit Brütlingen in alle geeigneten Seitengewässer, welche wegen der künstlichen Barrieren von den laichreifen Fischen nicht erreicht werden können.

2.3 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Friedl (1996), Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle (*Salmo trutta fario L.*) in einem hochalpinen Fliessgewässer.

Gewässer: Hochgebirgsbach zw. 1850 und 2210 m ü. M.
 Erfolgskontrolle: Besatz mit Sömmerlingen in 3 Teststrecken über 3 Jahre: Str. 1: steil, 2200 m ü. M., Str. 2: steil, 2100 m ü. M., Str. 3: flach, 1850 m ü. M.), Kontrolle durch quantitative Abfischungen.

Besatzerfolg:	Jahrgang 90			Jahrgang 91			Jahrgang 92		
	Str. 1	Str. 2	Str. 3	Str. 1	Str. 2	Str. 3	Str. 1	Str. 2	Str. 3
Überlebende									
N _{t=0} :	400	450	400	130	160	130	100	200	100
nach 3 Monaten:	-	-	-	-	100 %	50 %	-	47 %	35 %
nach 12 Monaten:	2 %	4 %	17 %	67 %	58 %	39 %	-	31 %	-
nach 15 Monaten:	-	6 %	17 %	-	57 %	33 %	-	-	-
nach 24 Monaten:	2 %	6 %	8 %	-	53 %	-	-	-	-
Anteil am Jahrgang									
N _{t=12mte} :					85	49		95	37
nach 12 Monaten:	-	-	-	-	99 %	88 %	-	99 %	95 %

Fazit: Starke Schwankungen des Besatzerfolgs von Jahr zu Jahr und kaum vorhersehbar, da abiotische Faktoren (v. a. Hochwasser) grossen Einfluss haben. Extreme Hochwasserereignisse beeinträchtigen Jungfische in steilen Abschnitten stärker als in flachen; ansonsten überleben Besatzfische in steilen (gut strukturierten Abschnitten) besser. Grundsätzlich gilt: hat sich der Besatz des Vorjahres gut etabliert, ist die Überlebensrate der folgenden Besatzfische geringer. Im hochalpinen Bach, in dem wenige Reproduktionsgebiete zur Verfügung stehen, kann fast die gesamte Population aus dem Besatz stammen. Es gilt jedoch, auf den Besatz in verbliebenen, natürlichen Reproduktionsgebieten zu verzichten.

2.4 Besatz mit Bachforellensömmerlingen, Krämer (1993), Besatzversuche mit Bachforellen unterschiedlicher Herkunft.

Gewässer: kleinerer Dorfbach, Mittelland
 Erfolgskontrolle: Einsatz von 301 markierten Sömmerlingen wilder Abstammung und 300 markierten Sömmerlingen, die von Zuchteltern abstammen. Verteilt im Oberlauf über 400 m, Kontrollfänge unterhalb der Einsatzstrecke bis zur Mündung in die Murg. Die Prozentzahlen zeigen den **Anteil an der Gesamtpopulation**.

Besatzerfolg:	Sömmerlinge wilder Abstammung	Sömmerlinge aus Zucht
nach 195 Tagen:	20 % (N _{wild} 81)	nach 187 Tagen: 35 % (N _{Zucht} 146)
nach 379 Tagen:	13 % (N _{wild} 44)	nach 371 Tagen: 20 % (N _{Zucht} 68)
nach 554 Tagen:	13 % (N _{wild} 30)	nach 546 Tagen: 16 % (N _{Zucht} 37)
nach 730 Tagen:	5 % (N _{wild} 24)	nach 722 Tagen: 5 % (N _{Zucht} 26)
nach 888 Tagen:	5 % (N _{wild} 7)	nach 880 Tagen: 1 % (N _{Zucht} 1)

Fazit: Der Besatz mit Zuchtfischen zeigt über zwei Jahre den besseren Erfolg. Danach kreuzen sich die Geraden der Entwicklung (bei einer Totallänge der Fische von ca. 20 cm) und zeigen, dass der Besatz mit Fischen wilder Abstammung die Population längerfristig eher stützt als jener mit Sömmerlingen von Zuchtfischen.

2.5 Besatz mit Bachforellenjährlingen, Flück (1988), Besatzversuch in der Gürbe.

Gewässer: strukturarmer Bach, 7 bis 12 m breit
 Erfolgskontrolle: 20'000 markierte Jährlinge gleichmässig über 20 km Bachlauf verteilt (1 Fisch pro Laufmeter), Abfischungen nach 4.5, 11 und 19 Monaten. $N_{t=0}$ 506 als Wert aus Interpolation.

Besatzerfolg:	Überlebensrate	Anteil am Jahrgang	
nach 4.5 Monaten:	35 %	29 %	($N_{t=4.5mte}$ 176)
nach 11 Monaten:	25 %	16 %	($N_{t=11mte}$ 126)
nach 19 Monaten:	5 %	4 %	($N_{t=19mte}$ 23)

Fazit: Markierte Fische erschienen bei allen Kontrollabfischungen in der Minderheit gegenüber den nicht markierten. Im Laufe der Versuchszeit (2 Jahre) nimmt der Anteil der markierten Fische zudem kontinuierlich ab. Die Resultate zeigen, dass Jährlinge für den Besatz zu teuer sind: Ausgesetzte Jährlinge behaupten sich nur schwer und leisten keinen wesentlichen Beitrag zum Bestand. In Jahren ohne Schadenereignisse wird deshalb künftig auf den Besatz mit Forellenjährlingen verzichtet.

2.6 Besatz mit Bachforellenjährlingen, Polli (1995), Esperimento con immissione di individui 1+ marcati di trota fario nel fiume Ticino in Valle Bedretto e in Alta Leventina.

Gewässer: Ticino, zum Teil mit Schwallbetrieb wegen Wasserkraftnutzung
 Erfolgskontrolle: 2 Abfischungen nach 5 und 9 Monaten in kleinen Teilstücken der 7 grösseren Teststrecken (Besatzdichte: ein Jährling pro 2 Laufmeter). Gemessen wurde die **Überlebensrate**.

Besatzerfolg:	nach 5 Monaten:	21 - 100 % ($N_{t=0}$ 20 – 42)
	nach 9 Monaten:	0 - 23 % ($N_{t=0}$ 78 – 100)

Noch 5 Monate nach Besatz ist die Schwankung der Überlebensrate von Forellenjährlingen in den verschiedenen Teststrecken sehr gross. Aus den Resultaten ist klar ersichtlich, dass die Mortalität im zweiten Jahr eine Rolle spielt, wenn sie im ersten Jahr des Besatzes klein war. Die **mittlere Überlebensrate** eingesetzter Jährlinge bis zur Fortpflanzung schätzt der Autor auf **10 %**.

Fazit: Ein Besatz mit Jährlingen stützt die Population nicht nachhaltig. Es wäre wichtig, dass die Besatzfische dieselbe Grösse haben wie der wilde Jahrgang im Bach, damit die Konkurrenzverhältnisse zwischen den wilden Fischen und den Besatzfischen nicht einseitig sind.

2.7 Besatz mit fangfähigen Bachforellen, Muggli (1988), Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen (> ca. 22 cm) in der Reuss, Luzern.

Gewässer: Reuss bei Luzern, Äschen-Barbenregion
 Erfolgskontrolle: Rückfang und Meldung markierter Tiere durch Fischer. Die Zahl zeigt den **Anteil der gemeldeten Rückfänge am Gesamtbesatz** von 300 Fischen. Es bleibt unbekannt, wieviele Wiederaufnahmen nicht gemeldet sind.

Rückmeldung:	Besatz 1987:	56 % ($N_{gemeldet}$ 167) im ersten Jahr nach Besatz
	Besatz 1988:	66 % ($N_{gemeldet}$ 198) im ersten Jahr nach Besatz

Rund 90 % aller wiedergefangenen, markierten Fische wurden in den ersten 2 Monaten erbeutet, von diesen 90 % wiederum der grösste Anteil im ersten Monat nach dem Besatz.

Fazit: Die Fische gingen mehrheitlich im engeren Einsatzbereich kurz nach dem Besatz an die Angel. Die weitesten, protokollierten Wanderungen einzelner Fische sind: flussabwärts 20 km, flussaufwärts 12 km. Der Verbleib der nicht wiedergefangenen Fische ist ungewiss.

2.8 Besatz mit fangfähigen Bachforellen, Gmünder, Minder und Peter (2000), Aargau: Besatzversuche mit fangfähigen Forellen und Hechten (ca. 30 cm), (Resultate Hechte: siehe Kap. 2.14).

Gewässer: kleinere und mittlere Wiesenbäche sowie Rhein bei Koblenz
 Erfolgskontrolle: Individuelle Markierung fangfähiger Bachforellen (ca. 30 cm), Meldung rückgefangener Fische durch Fischer. Die Prozentzahl zeigt den **Anteil der gemeldeten Rückfänge am Gesamtbesatz**. Es bleibt unbekannt, wieviele Wiederfänge nicht gemeldet wurden.

Rückmeldung: Wölflinswilerbach: **0 %** (Ngemeldet 0)
 Erzbach: **1 %** (Ngemeldet 1)
 Wissenbach: **6 %** (Ngemeldet 3)
 Rhein: **14 %** (Ngemeldet 69)

Fazit: Der Besatzerfolg ist unbedeutend; Kosten und Aufwand darum hoch. Die Erfolgskontrolle durch Rückmeldungen ist unverlässlich, die Unsicherheit der Daten entsprechend gross. Praktisch alle Rückmeldungen belegen Fänge in den ersten 5 Monaten, mehrheitlich im Einsatzgebiet. Grösste Wanderdistanz: flussaufwärts 2.7 km, flussabwärts 20 km.

2.9 Besatz eines unbesiedelten Lebensraumes mit Bachforellensömmerlingen, Gerster und Rey (1995), Fischökologische Untersuchungen an der Melezza, Schlussbericht über die Untersuchungen der Jahre 1992 – 1994.

Gewässer: Wildbach unterhalb eines Stausees, Hochwassereinfluss, mittlere Abflussmenge: 5 bis 7 m³/s
 Erfolgskontrolle: 7 Kontrollabfischungen, 2 Jahrgänge von Sömmerlingen markiert. Die zwei Besatzstrecken waren nach einer Stauseespülung praktisch ‚fischleer‘ gefegt. Die Prozentangaben bezeichnen den Anteil des ersten Besatzjahrganges (Besatz als Sömmerlinge) an der Gesamtpopulation. Zum Teil sind die Fische aus Seitengewässern und bachaufwärts wieder in die Teststrecken eingewandert. Die Zahlen vermitteln einen Wert über den Beitrag von Besatzfischen, wenn die wilden Fische den Lebensraum auch neu besiedeln müssen. Gemessen wurde der **Anteil an der Gesamtpopulation**.

Besatzerfolg:		Strecke 1	Strecke 2
	nach 5.5 Monaten:	83 % (Nmarkiert 85)	87 % (Nmarkiert 238)
	nach 10.5 Monaten:	42 % (Nmarkiert 58)	60 % (Nmarkiert 125)

Fazit: Später Besatz nach Herbsthochwasser verringert die Mortalität deutlich. Durch den Besatz eines unbesiedelten Gewässers mit Bachforellensömmerlingen konnte innerhalb von 3 Jahren eine Population aufgebaut werden, die einen vergleichbaren Altersaufbau aufwies, wie jene vor der Spülung.

2.10 Besatz mit Äschenvorsömmerlingen, Guthruf (1996), Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes.

Gewässer: Aare zwischen Jaberg und Bremgarten
 Erfolgskontrolle: Gruppenmarkierung, diverse Abfischungen im Verlaufe der Zeit (18 bis 271 Tage) mit Elektrofängergerät in gleichbleibenden Teststrecken. Äschenbesatz der Aare zwischen Jaberg und Bremgarten (30 km) ausschliesslich mit markierten Vorsömmerlingen. Gemessen wurde der **Anteil am Jahrgang**.

Besatzerfolg:	knapp 50 Tage nach Besatz:	13 - 16 % (Nmarkiert 4 - 25),
	Nach einem halben Jahr:	6 - 10 % (Nmarkiert 11 - 20)

Fazit: Die Abundanz des Wildäschenbestandes konnte in beiden Jahren nur unwesentlich durch Besatz erhöht werden.

2.11 Besatz mit Äschenvorsommerlingen, Vicentini (1998), Äschenbesatz im Hochrhein bei Stein am Rhein, Erfolgskontrolle.

Gewässer: Hochrhein zwischen Untersee und Thurmündung

Erfolgskontrolle: Färbung von Brütlingen (Alizarinrot), Hochrechnung anhand von Stichproben. Gemessen wurde der **Anteil am Jahrgang**.

Besatzerfolg: nach 2 Monaten: **44 %** (Nmarkiert 22), Rheinfallbecken
22 % (Nmarkiert 11), Flurlingen
2 % (Nmarkiert 1), Büsingen

Fazit: Äschenvorsommerlinge markiert im Lebensmittelfarbe-Bad (Alizarinrot): Färbung funktioniert. Die Zahlen sind sehr unsicher, da viele offene Fragen bei den Rahmenbedingungen bestehen (Durchmischung von Wild- und Besatzfischen, Mortalitäten, Abwanderung – Standorttreue). Am wirkungsvollsten für den Wiederfang der Sömmmerlinge (5 bis 8 cm) erwies sich ein Zuggarn (Netz) mit 6 mm Maschenweite. Wiederfang mit Elektrofangergerät und in Tauchgängen erlaubt nur sehr vage Bestandesschätzung des Jahrgangs.

2.12 Besatz mit Äschenjährlingen, Guthruf und Guthruf (1999), Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Äsche in der Luzerner Reuss. 1. Zwischenbericht.

Gewässer: Luzerner Reuss

Erfolgskontrolle: Ausgewählte Fischer notieren, ob die gefangenen Fische markiert sind oder nicht. Fische unter dem Fangmass werden auch unterschieden (siehe Kapitel 5.6). Angegeben ist der **Anteil am Jahrgang**.

Besatzerfolg: im Jahr des Besatzes: **14 %** (Nmarkiert 36), (Alter 1+)
ein Jahr nach Besatz: **7 %** (Nmarkiert 10), (Alter 2+)

Fazit: Die natürliche Verjüngung bei Äschen hängt stark von der Beschaffenheit der Ufer ab. Die Bewirtschaftung der Äsche sollte darum die Erhaltung und Schaffung geeigneter Habitate fördern. Der Versuch deutet darauf hin, dass der Anteil der Besatzfische am Jahrgang kontinuierlich abnimmt. Die Sterberate der Besatzfische ist vermutlich höher als jene der wilden Äschen desselben Jahrgangs.

2.13 Besatz mit Zuger Seesaiblingen (Brütling, Vorsommerling, Jährling), Ruhlé (1976), Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus salvelinus L.*) im Zugersee.

Gewässer: Zugersee 1972: meso- bis eutroph, natürliche Reproduktion fehlt

Erfolgskontrolle: Angegeben ist der **Anteil der Besatzfische, der geerntet werden konnte (Besatzwert)**.

Brütlinge und Vorsommerlinge wurden nicht markiert. Stattdessen hat der Autor den Altersaufbau im Fang untersucht und den Besatzwert berechnet unter der (gesicherten) Annahme, dass damals alle gefangenen Fische den Besätzen zugeordnet werden konnten.

Jährlinge: Markierung aller Besatzjährliche und darauffolgende Rückmeldung markierter Tiere im Fang durch Fischer. Die absoluten Zahlen für die Jährlinge (Nwiedergefangen) sind mit den Erwartungswerten bereinigt, da die Rückmeldedisziplin der Fischer immer unbekannt ist und ein bestimmter Teil der Marken verloren ging.

Besatzerfolg: Brütling: **0.4 %** (Durchschnitt von 10 Jahren)
Vorsommerling: **2.7 %** (Durchschnitt von 13 Jahren)
Jährling: **8.5 %** (Nwiedergefangen 100) - **20.5 %** (Nwiedergefangen 80)

Fazit: Empfehlung: Besatz mit Jährlingen (optimierte Aufzucht und ideale Besatzstandorte: detaillierte Informationen dazu im Original).

2.14 Besatz mit fangfähigen Hechten, Gmünder, Minder und Peter (2000), Aargau: Besatzversuche mit fangfähigen Forellen und Hechten (ca. 30 cm).

Gewässer: Limmat, Rhein und Aare

Erfolgskontrolle: Individuelle Markierung von Hechtsömmerlingen (ca. 30 cm), angegeben ist der **Anteil der gemeldeten Rückfänge am Gesamtbesatz**.

Rückmeldung:	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Limmat:	0.4 % (N _{gemeldet} 1)		
Rhein:	0.4 % (N _{gemeldet} 1)	1.3 % (N _{gemeldet} 5)	
Aare:	2.0 % (N _{gemeldet} 8)	2.2 % (N _{gemeldet} 12)	6 % (N _{gemeldet} 21)

Fazit: Die Erfolgskontrolle durch Rückmeldungen ist unsicher, da die Meldequote der Fischer unbekannt bleibt. Die meisten Rückmeldungen belegen Fänge nach einem Jahr.

Zum Besatz im November: Es darf davon ausgegangen werden, dass die Hechte nach Ablauf der Schonzeit Ende April des folgenden Jahres über dem Fangmass von 50 cm und damit fangfähig waren. Die Hechte wurden mehrheitlich im Einsatzgebiet gefangen. Grösste Wanderdistanz: flussaufwärts 14 km, flussabwärts 10 km.

2.15 Besatz mit Felchenbrütlingen, Ruhlé und Kugler (1998), Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen.

Gewässer: Bodensee: mesotroph, natürliche Reproduktion unbekannt

Erfolgskontrolle: Markierung aller aus den Brutanlagen stammenden Felchen des Bodensee-Obersees mit Tetracyclin (zirka 200 - 300 Millionen). Besatz als Brütlinge, Fang von rund 1000 Felchensömmerlingen während 8 Nächten mit dem Schleppnetz im Sommer nach der Markierung (Grösse der Sömmerlinge: 4 bis 10 cm). Sterberate durch Markierung: maximal 10 %. Markierquote grösser 95 %.

Besatzerfolg: **Rund 40 %** der ausgezählten Sömmerlings-Wiederfänge sind markiert (N_{markiert} 87)

Fazit: Die 40 % sind unbedingt als **Einzelwert** zu betrachten! Die Daten sind den Autoren zufolge in keiner Weise statistisch abgesichert und vermitteln daher höchstens einen Anhaltspunkt. Der Versuch wurde wegen methodischer und logistischer Probleme unterbrochen. Bezüglich der methodischen Probleme scheint sich eine Lösung abzuzeichnen, wenn mit Alizarinrot markiert wird. Die Markiertechnik wird im Labor noch getestet.

2.16 Besatz mit Felchensömmerlinge, Meng, Müller und Geiger (1986), Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags.

Gewässer: Sarnersee 1981, mesotroph

Erfolgskontrolle: Markierung von 7427 Sömmerlingen mit Microtags (CWT): Sterberate durch Markierung: 5 %, Markenverlust innerhalb von 15 Tagen: 8.5 %, Markenverlust bis zum Wiederfang: ca. 10 %. Der Fang der Berufsfischer wurde in den Jahren darauf systematisch nach markierten Felchen untersucht.

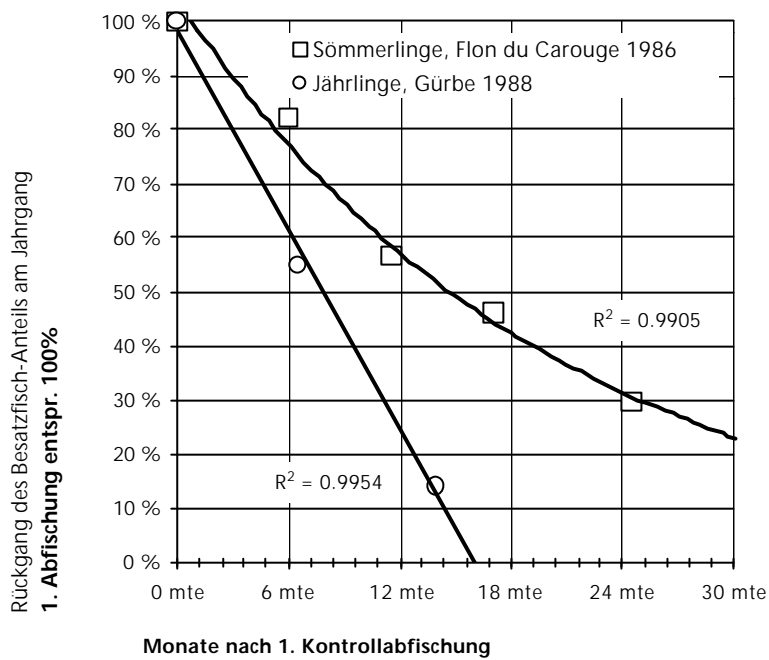
Wiederfangquote: **10 %** (N_{markiert} 636)

Fazit: Fangertrag pro 1000 Felchensömmerlinge im Sarnersee: 17 kg. Die Gesamtmortalität des Felchenbestandes ist vor dem Erreichen des Fangbereiches der verwendeten Netze minimal, die Felchen sind dann 3 bis 4 jähig und älter.

3 Empfehlungen, gestützt auf die Resultate aus sämtlichen Berichten

3.1 Bachforelle

Für Bachforellen zeichnen die Studien ein klares Bild: Mit Ausnahme bestimmter Stellen hochalpiner Bäche, wo Friedl (1996) längerfristigen Besitzerfolg nachweist, vermag Besatz die Bachforellenpopulation in Fliessgewässern nicht langfristig zu stützen. Der Anteil der Besatzfische am Jahrgang nimmt stetig ab. Als Gründe dafür kommen in erster Linie zwei Prozesse in Frage: grössere Mortalität als die Wildfische (z. B. weil genetisch weniger fit, um auf die Umwelteinflüsse zu reagieren) oder Abwanderung flussauf- und flussabwärts. Aus Resultaten von Gerster und Rey (1995) geht hervor, dass dies bezeichnenderweise auch in Bächen gilt, wo reissende Hochwasser oder andere Ereignisse die lokale Population weggefegt haben und die Wiederbesiedelung durch Besatz zwar beschleunigt wird, die Besatzfische den Wildfischen längerfristig jedoch Platz machen.



Die **Grafik** zeigt den **Rückgang des Besatzfisch-Anteils** am Jahrgang im Laufe der Zeit. Das Resultat der ersten Abfischung ist jeweils als 100% gesetzt. Die Sömmerlings-Daten entstammen der Untersuchung von Büttiker (2000) im Flon du Carouge, einem kleinen Bach der Forellenregion. Die Resultate über den Jährlingsbesatz erarbeitete Flück (1988) in der strukturarmen Gürbe.

Der Besatz mit Sömmerlingen scheint auf längere Sicht erfolgreicher zu sein als jener mit Jährlingen. Die Tabelle auf der nächsten Seite schafft dazu den Überblick. Weil das Abflussregime regional sehr unterschiedlich ist, empfehlen Gerster und Rey (1995), dass der Besatzzeitpunkt (Brütlinge, Vorsömmerlinge oder Sömmerlinge) angepasst wird an die zu erwartenden, regionalen Hochwasser. Besatz mit fangfähigen Forellen leistet zwar einen unterschiedlich grossen Beitrag an den Fang, nicht aber an die Population. Ein Grossteil geht verloren. Der Rest wird schon innerhalb der ersten Monate aus dem Gewässer gefischt. Der Anteil der Rückmeldungen von markierten, fangfähigen Besatzfischen schwankt zwischen erfolglos (0 %) und 66 % (Median: 10 %). Polli (1995) weist darauf hin, dass besetzte Jungfische gleich gross sein sollten wie der wilde Jahrgang im Gewässer, da sonst die unstimmigen Konkurrenzverhältnisse einen schlechten Einfluss auf den Gesamtjahrgang haben.

Tabelle: Überblick über die Resultate der eingegangenen Studien. Die angegebenen Werte zeigen die weite Bandbreite der Resultate. Dargestellt sind Anteile am Jahrgang und Überlebensraten in Abhängigkeit der Zeit für Sömmerlinge und Jährlinge von Bachforellen.

Zeit seit Besatz	Anteil am Jahrgang		Überlebensrate	
	Sömmerlinge	Jährlinge	Sömmerlinge	Jährlinge
0.5 Mte			12 – 16 %	
1.0 Mte	68 – 77 %			
3.0 Mte			35 – 100 %	
4.5 Mte		29 %		35 %
5.0 Mte				21–100 %
6.0 Mte			23 – 44 %	
7.0 Mte	45 – 70 %			
9.0 Mte				0 – 23 %
11.0 Mte		16 %		25 %
12.0 Mte	88 – 99 %		2 – 67 %	10 %
12.5 Mte	38 %			
14.0 Mte	43 %			
15.0 Mte			6 – 57 %	
18.0 Mte	28 %			
19.0 Mte	22 %	4 %		5 %
24.0 Mte			2 – 53 %	10 %
25.5 Mte	21 %			

Das vorliegende Material lässt für den **Besatz mit Bachforellen** die folgenden **Empfehlungen** zu:

1. Besatz zeigt Wirkung, wenn die lokale Population geschädigt ist oder das Habitat für einen einzelnen Lebensabschnitt fehlt (Laichplätze, Jungfischstadium etc.).
2. Besatzfische sollten gleich gross sein wie der wilde Jahrgang im Bach.
3. Am wirkungsvollsten ist der Besatz mit Brütlingen, Vorsömmerlingen oder Sömmerlingen. Er sollte angepasst sein an die regionale Hydrologie → Abwarten des grossen Schmelzwassers und anderer Hochwasserereignisse, die erfahrungsgemäss eintreffen.

3.2 Äsche

Die wenigen, vorliegenden Arbeiten weisen deutlich darauf hin, dass ein Besatz mit Brütlingen erst Sinn macht, wenn die verbauten Ufersäume als deren Habitate revitalisiert oder künstlich beruhigt sind (z.B. Buhnen: Quersporn vom Ufer aus zur Flussachse). Fehlt dieser Lebensraum, erachtet Guthruf (1996) den Besatz mit Jährlingen als sinnvoller.

Zeit seit Besatz	Anteil am Jahrgang		Tabelle: Zusammenstellung vergleichbarer Zahlen über die Wirksamkeit des Besatzes mit Äschenvorsommerlingen und -Jährlingen. Einige Prozentzahlen sind aus verlässlichen Regressionskurven
	Vorsommerlinge	Jährlinge	
1.0 Mte	19 – 30 (ep) %		
2.0 Mte	1 – 44 %		
5.0 Mte	2 (ep) – 11 %		
6.0 Mte	1.5 (ep) – 10 %	14 %	
9.0 Mte	1 (ep) – 7 %		
18.0 Mte	0 (ep) – 2 (ep) %	7 %	

extrapoliert (ep), damit der Vergleich offensichtlicher wird. Vergleichbar mit den Forellendaten nimmt der Anteil der Besatzfische auch bei den Äschen stetig ab. Die eingesetzten Tiere wandern ab oder vermögen sich nicht zu behaupten gegenüber den wilden Artgenossen.

3.3 Hecht

Es gibt nur wenige Arbeiten über den Erfolg von Besatzmassnahmen mit Hechten. Für Fließgewässer liefert eine Arbeit Zahlen: Die 0 % bis 6 % Rückmeldungen markierter Besatzhechte deuten darauf hin, dass ein Besatz mit Hechtsommerlingen zumindest in grösseren Fließgewässern ohne grosse Wirkung auf den regionalen Fangerfolg ist.

3.4 Felchen

Es ist sehr wenig bekannt über den Erfolg von Besatzmassnahmen mit Felchen, wenn die Naturverlaichung noch gewährleistet, deren Ausmass aber nicht bekannt ist. Ruhlé und Kugler (1998) stossen im Rahmen von eigenen Abklärungen im Bodensee auf einen Besatzerfolg von 40 % – eine Zahl, welche die Autoren als nicht abgesicherten Einzelwert beschreiben.

In Seen ohne natürliche Verjüngung erhalten Besatzmassnahmen die Population am Leben und machen die fischereiwirtschaftliche Nutzung erst möglich. Müller, Mbwenemo und Meng (1995) zeigen für Seen des Schweizer Mittellandes Besatzwerte von Felchen verschiedenen Alters. Der Besatzwert ist definiert als der Anteil der Besatzfische, der geerntet werden kann. Für Felchenbrütlinge erhalten sie Besatzwerte von 0.2 % bis 0.6 %. Für Vorsommerlinge liegt der Wert höher und erreicht 4 %. Die Autoren erhalten die Resultate unter der Annahme, dass die natürliche Verjüngung in den betrachteten Seen nicht stattfindet.

Im Sarnersee haben Meng, Müller und Geiger (1986) markierte Felchensommerlinge ausgesetzt und zeigen eine Wiederfangquote von 7 %, die sie langfristig auf 10 % schätzen.

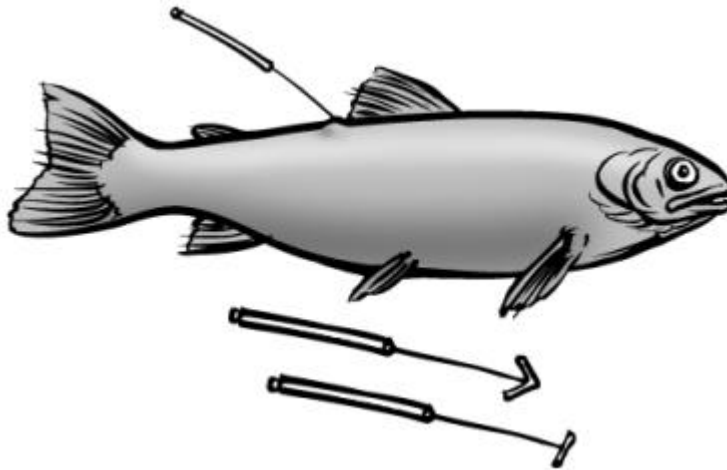
4 Markierung, Wiedererkennung und Ortung von Besatzfischen

4.1 Gebräuchliche Techniken der Markierung

Die Zusammenstellung der Techniken samt Beschreibung sowie die allgemeinen Vor- und Nachteile sind den Unterlagen zum Fischmarkierkurs der EAWAG von Peter und Ruhlé (1995) entnommen. Sie sind ergänzt mit den Erfahrungen aus den eingereichten Arbeiten und wurden illustriert von Remo Gmünder (2000).

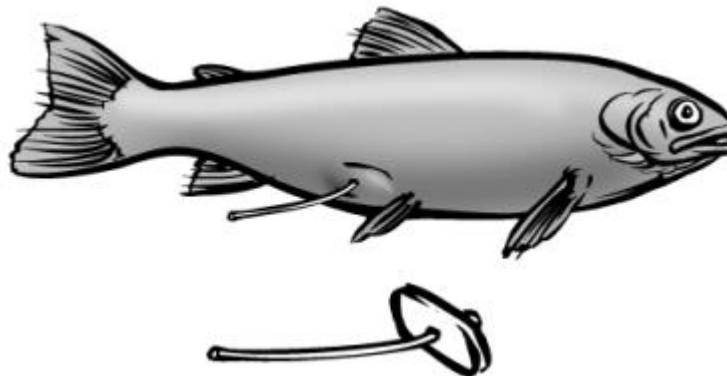
Über das Internet gelangt der Interessierte einfach an vertiefende Informationen über die verschiedenen Markiertechniken. Da entsprechende Publikationen oft in der Englischen Sprache verfasst sind, empfehlen sich nebst den englischen Namen für die einzelnen Techniken die Suchbegriffe: ‚tag‘, ‚tagging‘ (angehängte oder einverleibte Marke), ‚mark‘ (Veränderung des Äusseren eines Fisches, z. B. Flossenschnitte, Tätowierungen etc.), ‚application‘ und ‚decoding‘ (Anwendung und Wiedererkennung).

4.1.1 Ankermarken (engl.: anchor tag): Verankertes Plastikröhrchen.

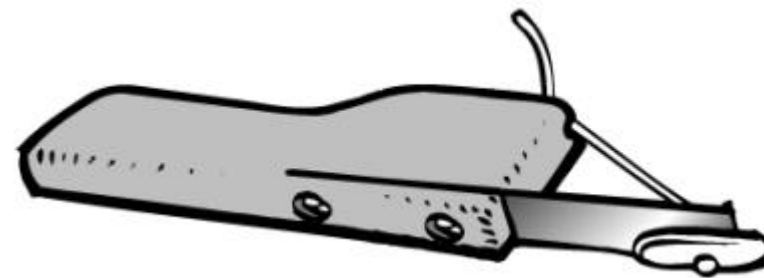


Pfeilspitzenmarken:

Die Verankerungen sind pfeilförmig oder T-förmig. In der Regel werden die Anker unterhalb der Rückenflosse angebracht. (Markenname für T-förmiges Produkt: Floy®-tag).



Marken mit Flachanker sind mit einer kleinen Platte befestigt. Der Flachanker liegt hinter der Bauchflosse unter der Haut.



Mit speziellen **Werkzeugen** wird dem Fisch die Verankerungen unter die Haut geschoben. Hier ist das Werkzeug skizziert, mit dessen Hilfe der Flachanker gesetzt wird.

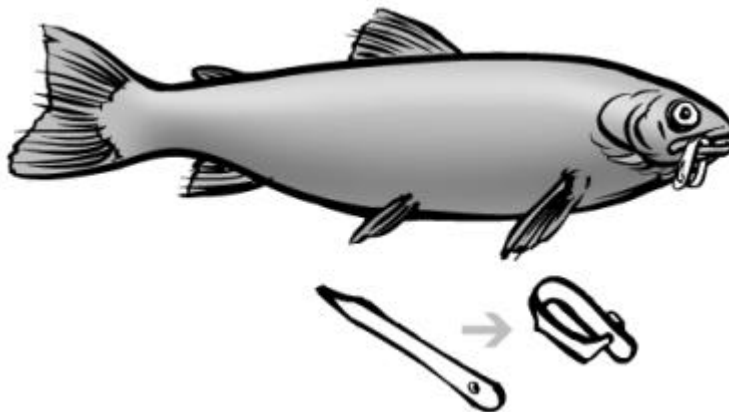
Vorteile von Ankermarken: Die Markierung von Individuen ist möglich, der Markenverlust ist gering und die Haltbarkeit des Codes gut. Die Technik ist für grosse Tiere gut geeignet und die Marke bleibt gut sichtbar.

Nachteile von Ankermarken: Die Marke ist ungeeignet für kleine Fische. Die Qualität der Verankerung ist zudem schwierig zu kontrollieren und der Verlust des Codes durch Kratzer möglich. Die Marke kann tiefe Wunden am Fisch verursachen. Der flache Anker ist darum nur für Spezialisten zu empfehlen, da die Verankerung schwierig ist.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Für die Versuche mit Hechten im Aargau erwähnen Gmünder, Minder und Peter (2000) einzelne Marken, die stark abgescheuert waren. Der aufgedruckte Code war jedoch nur in einem Fall nicht mehr lesbar. Im Gegensatz zu den Kiefermarken (siehe unten) liegen für die Pfeilspitzmarken keine Meldungen vor, welche Verpilzungen am Fisch bestätigen würden.

Fazit: geeignete Methode für individuelle Markierung.

4.1.2 Kiefermarken (engl.: jaw tag): Die Marke wird durch den Unterkiefer der Fische gezogen und mit einer Zange geschlossen. Auf den in verschiedenen Grössen erhältlichen Metallbändern sind Codes in Serie eingestanzt.



Vorteile: Der Markenverlust ist gering. Die Marke bleibt gut sichtbar und die eingestanzten Codes lesbar. Die Anschaffungskosten sind tief. Es besteht die Möglichkeit zur individuellen Markierung der Fische mit Zahlencodes.

Nachteile: Die Marken können das Wachstum

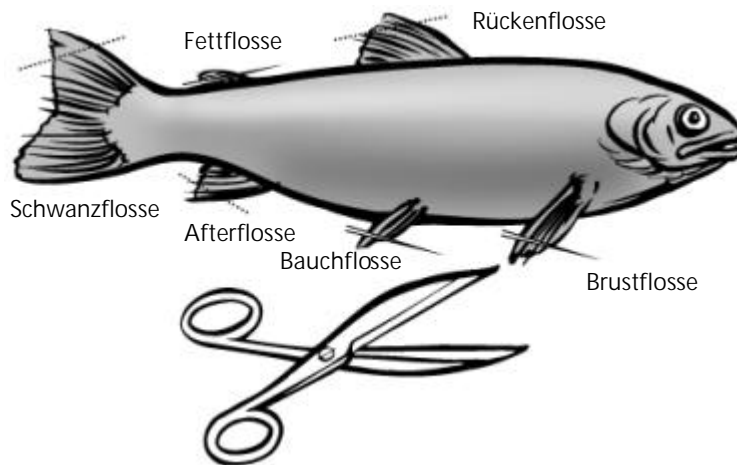
der Fische beeinträchtigen und die Mortalität vergrössern. Problematisch v. a. für kleine Fische (< 18 cm). Kiefernverletzungen der Fische können Markenverlust als Folge haben. Die Tiere können sich mit der Marke verheddern.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Sowohl Muggli (1988) als auch Gmünder, Minder und Peter (2000) beschreiben bei fangreifen Forellen viele Entzündungen und Verpilzungen im Bereich der Marke. Ebenfalls häufig registriert wurden gebrochene Unterkiefer.

Für die Seesaiblinge im Zugersee erhält Ruhlé (1976) folgende Resultate: Kiefermarken verringerten Wachstum bei den markierten Saiblingsjährlingen, Markenverlust 6.5 % in 6 Monaten. Problematisch sind nebst Verpilzungen die schnappenden Bewegungen der Jungfische, bei welcher die Marke zwischen die beiden Kiefer gelangt und die Atmung verhindert.

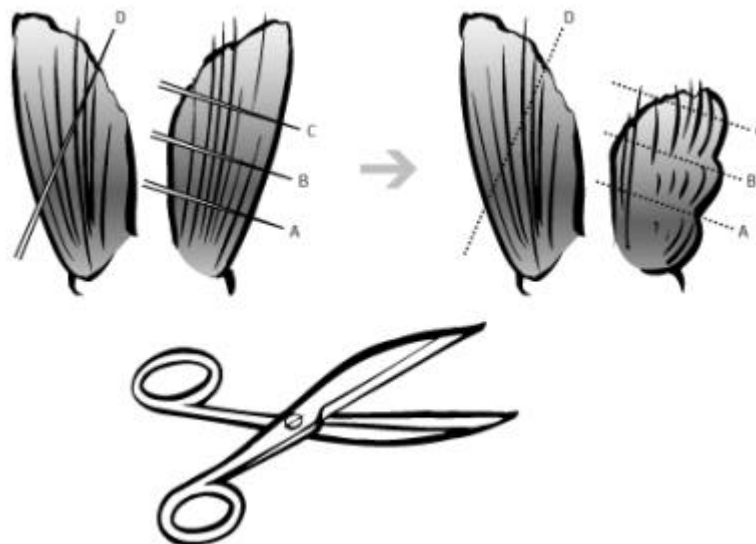
Fazit: Die starke Belastung der Gesundheit des Fisches und die Behinderung seiner Bewegungsfreiheit sind wichtige Gründe, diese Methode nicht einzusetzen. Da sie jedoch die individuelle Markierung der Tiere möglich macht, stellt sie eine Alternative zu Ankermarken dar.

4.1.3 Flossenschnitte als kurzfristige Markierung (engl.: fin clip): Flossenschnitte sind vor allem für Markierungen geeignet, die nur kurze Zeit erkennbar sein müssen.



Schnitte können **problemlos angebracht** werden an Fett-, Bauch- und Brustflosse. In der Grafik sind diese Flossen durch einen Keil angeschnitten. Aus Erfahrung sollten Rücken-, Schwanz- und Afterflossen **nicht angeschnitten** werden: in der Grafik markiert durch gepunktete Linien.

Setzen der Schnitte: Flossen werden teilweise, Fettflossen ganz entfernt. Mit Ausnahme der Fettflosse wächst die Verstümmelung wieder aus und hinterlässt längerfristig nur bedingt Spuren: Richtig geschnitten, zeigen nachgewachsene Flossen eine Verzerrung der Flossenstrahlen.



Wachstumsmuster an Bauchflossen, die mehrmals geschnitten wurden:
Die **Schnittstellen A, B und C** sind quer zu den Flossenstrahlen angebracht und auch nach der Regeneration gut erkennbar. Der **Schnitt D** ist schräg geführt und nicht mehr erkennbar, wenn die Flosse nachgewachsen ist.

Vorteile: Die Markierung ist einfach und braucht keine Vorkenntnisse. In der Regel behindert sie das Wachstum nicht und ist geeignet für alle Fischarten und -größen. Bei Versuchen über kurze Zeit ist der Markenverlust minim. Wird die Fettflosse bei jungen Besatzfischen entfernt, bleibt die Markierung lange sichtbar.

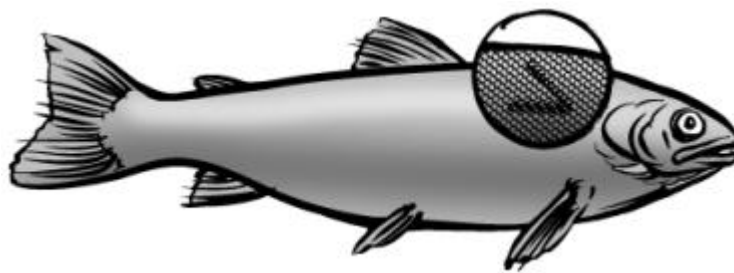
Nachteile: Die Anzahl von Gruppenmarkierungen ist sehr begrenzt (durch Kombination verschiedener Schnitte). Die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Wiedererkennung ist gross. Ausserdem hat die Markiertechnik in der Öffentlichkeit wegen der Verstümmelung von Tieren ein negatives Ansehen.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Beim Besatzversuch in der Gürbe wandte Flück (1988) den Fettflossenschnitt an und beschreibt: 0 % Sterberate in 7 Tagen, viele Fische hatten eine unvollständig amputierte Fettflosse, die Markierung war dennoch gut erkennbar. Das Relikt unterschied sich von normal entwickelten Flossen durch Form und Grösse.

Barandun und Gmünder (1997) markieren Forellensömmerlinge mit dem Fettflossenschnitt: Die Markierarbeit erweist sich als einfach und braucht keine grosse Erfahrung. Wichtig ist die Sorgfalt beim Schneiden: wird die Fettflosse zu nahe am Körper geschnitten, entsteht bei Sömmerlingen eine verhältnismässig grosse Wunde als Angriffsfläche für Infektionen. Zum Schneiden wurden Coiffeurscheren benutzt. Die fein gezackten Klingen hinderten die glitschige Flosse am Wegrutschen und ermöglichen präzise Schnitte sowie ein hohes Arbeitstempo.

Fazit: Die Methode ist günstig und sicher, wenn in der Versuchsphase der Wiedererkennung mit grosser Sorgfalt gearbeitet wird.

4.1.4 Markierung mit Kältebrandmarken (engl.: freeze brand): Ein in flüssigem Stickstoff (-196 C) abgekühltes Brandeisenscheibchen wird dem Fisch 2 bis 4 Sekunden auf die Flanke gedrückt (Kältebrandzeichen). Anstelle von Stickstoff kann auch komprimiertes CO₂, Freon oder ein Aethanol-Trockeneis-Gemisch verwendet werden. Mögliches Arbeitstempo: 500 bis 1'000 Fische pro Stunde. Die Marken werden erst nach 2 bis 3 Tagen gut sichtbar. Ein Vorversuch ist darum nötig. Flüssiger Stickstoff kann bei Sauerstoffwerken bezogen werden und ist im Isolationsgerät und Kühlraum mehrere Wochen haltbar.



Kältebrandmarke auf der Flanke eines Salmoniden (hier als V-förmiges Zeichen).
Vorteile: Einfacher Markierungsprozess mit kleinem Effekt auf Wachstum, Überleben

und Verhalten. Die Technik der Kältebrandmarke ist geeignet für alle Fischgrössen ab 5 cm.

Nachteile: Die Methode ist nur für kleinschuppige Fische geeignet. Individuelles Markieren ist zwar möglich, jedoch aufwändig. Die Erkennung der Marke ist unter Umständen schwierig und erfordert Erfahrung.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Zika (1995) macht bei ihrer Arbeit mit Totholz als Strukturelement in Fliessgewässern folgende Erfahrungen: Das betäubte Tier muss flach liegen, damit das gefrorene Brandeisenscheibchen einige Sekunden ohne zu verrutschen aufgedrückt werden kann. Die Marke ist einfach wiederzuerkennen, da sie lateral angebracht ist. Sie bleibt jedoch nur ca. 3 Monate gut erkennbar und heilt aus. Die Technik eignet sich gut für Gruppenmarkierungen. Wenn vorsichtig gebrannt wird, entstehen keine tieferen Verletzungen, durch die sich der Fisch infizieren könnte.

Fazit: Günstige Methode für die Gruppenmarkierung kleinschuppiger Fische in Versuchen, die nicht länger als 3 Monaten dauern. Diese Methode ist zu empfehlen, weil sie die Gesundheit des Tieres vergleichsweise schont.

4.1.5 Pigment- und Farbmarken werden unter die Haut getragen und bleiben dort sichtbar. Es gibt verschiedene Qualitäten von Farben und entsprechende Verfahren, wie sie angewandt werden.

Tätowiertinte: Mit einer feinen Nadel wird die Tinte in die Haut gespritzt. Es stehen mehrere Farben zur Verfügung. Rot, Grün, Blau und Schwarz sind am besten sichtbar.

Alcianblau: Mit einer feinen Druckpistole wird Alcianblau an den Flossen oder an deren Basis unter die Haut gesprengt. In einer Stunde lassen sich 300 bis 500 Fische markieren. 6 g Alcianblau wird in 100 ml Wasser gelöst und bleibt über Monate bei Zimmertemperatur haltbar.

Acrylfarben: Farbeinspritzungen mit einer feinen Nadel unter die Haut. Acrylfarbe ist in verschiedenen Farben erhältlich.

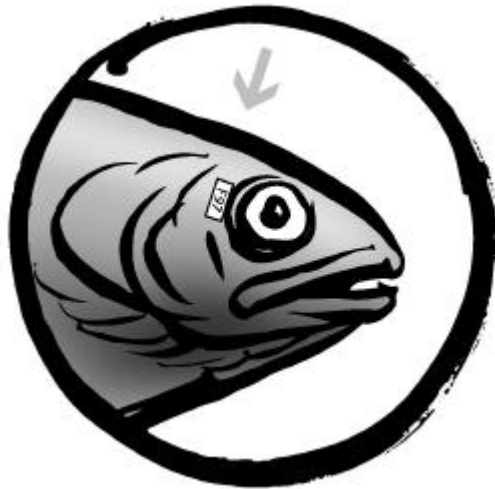
Vorteile der Pigment- und Farbmarken: Die Markierung ist einfach und beeinflusst die Fische praktisch nicht. Sie ist für alle Fische anwendbar und mittel bis gut sichtbar. Kombinationen erlauben Gruppenmarkierungen.

Nachteile der Pigment- und Farbmarken: Individuelle Marken sind nur zum Teil möglich und sehr aufwändig. Die Wiedererkennung der Marke kann schwierig sein, was sich mit zunehmender Zeit verschärft.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Bei einer Felchenmarkierung im Untersee nimmt Eglöff (1999) die Markierung direkt im Fischerboot vor. Es standen Distanzstücke mit verschiedenen Längen für den Düsenabstand der Spritze zum Fisch zur Verfügung. Die Distanz von 1 cm von der Düse bis zur Fischhaut ergab für die geangelten Felchen die beste Wirkung: ein gut sichtbarer, permanenter, blauer Punkt und keine Verletzungen der Haut. Tätowiert wurde am Ansatz der rechten Bauchflosse. Zika (1995) schreibt über ihre Arbeit mit Totholz als Strukturelement: Alcianblau kann auch bei kleinen Fischen ab ca. 5 cm angewandt werden, die Verletzungsgefahr ist aber gross, vor allem wenn zu nahe und schief eingespritzt wird (der Druck reisst die Haut auf und injiziert die Farbe (relativ grosse Infektionsgefahr). Darum kann nur an Stellen ohne Schuppen, aber nicht über lebenswichtigen Organen, markiert werden. Am besten bei Brust-, Bauch- und Afterflossenansätzen. Markierungskombinationen ermöglichen Gruppenmarkierungen (z. B. Brustflosse links und Afterflosse etc.). Zika (1995) empfiehlt die subkutane Farbeinspritzung von Acrylfarbe mit einer feinen Nadel und nennt als grossen Vorteil gegenüber der Hochdruckpistole (Alcianblau) die geringe Verletzungsgefahr. Es entsteht nur ein kleiner Einstich durch die Nadel der Spritze und es sind viele Farben und Kombinationen möglich. Die mit Wasser verdünnte Acrylfarbe ist sehr billig. Auch bei dieser Technik muss bei Hautstellen ohne Schuppen markiert werden. Zu empfehlen sind die Flossenansätze. Die Technik ist schon bei kleinen Fischen (ab 1 cm) anwendbar, da kein Druck auf den Körper angewandt wird.

Fazit: Für Gesamt- und Gruppenmarkierungen ist die Markierung mit Farbe zu empfehlen. Dies gilt insbesondere, wenn sie mit einer feinen Nadel unter die Haut gespritzt wird. Die geringe Verletzung der Tiere sowie die einfache und günstige Anwendung sind ein grosses Plus.

4.1.6 Sichtbares Implantat (engl.: visible implanted tag): Die **ELASTOMER VI-Marke** ist eine Entwicklung von NORTHWEST MARINE TECHNOLOGY und wird hinter dem Fischauge oder zwischen den Flossenstrahlen unter die Haut implantiert. Die Polyestermarken sind blank oder alphanumerisch codiert und in verschiedenen Farben und zwei Grössen erhältlich; Standardgrösse: 3 x 1 mm.



Die Polyestermarken sind blank oder alphanumerisch codiert und in verschiedenen Farben und zwei Grössen erhältlich; Standardgrösse: 3 x 1 mm.

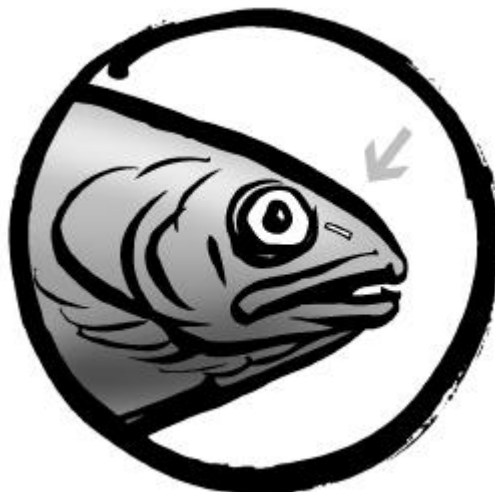
Vorteile: Die Marke ist sehr klein und individuell. Sie hat wenig negativen Einfluss auf Wachstum, Verhalten oder Mortalität.

Nachteile: Die Marke ist nicht geeignet für Fische unter 18 cm. Es sind geübte Markierer nötig. Ein hoher Markenverlust ist nachgewiesen. Die Marke ist relativ teuer. Das Lesen des Codes erfordert eine Lupe. Zudem wird die Marke von Fischern leicht übersehen.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Bei ihrer Arbeit über die Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle

verzichtet Friedl (1996) auf diese Marke. Die Verlustrate der ‚Visible Implants‘ war für die Anwendung mit Bachforellen damals unbekannt und schwierig abzuschätzen. Guthruf (1996) stellt in den Versuchen zur Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes recht hohe Markenverluste fest für Äschen zwischen 15 und 20 cm Länge, registriert aber keine Markenverluste bei adulten Tieren.

4.1.7 Coded wire tag (CWT): Rostfreier Metalldraht (ca. 1 x 0.25 mm) wird in die Nase der Fische implantiert. Er kann auch direkt in die Muskulatur oder in die Fettflosse geschoben werden. Auf der Metalloberfläche ist ein binäres Codierungssystem eingekerbt, das jedoch keine individuelle Markierung erlaubt. Die Unterscheidung in Gruppen ist möglich. Die Markierungsapparatur und der Metall-detektor für die Wiedererkennung sind jedoch sehr teuer. Das Markierungsgerät kann bei der EAWAG in Kastanienbaum ausgelohnt werden. Es ist vorgängig eine Ausbildung am Gerät nötig.



Vorteile: Die Marke hat nur eine geringe Auswirkung auf Wachstum, Verhalten und Mortalität. Sie ist geeignet für Langzeitstudien mit den meisten Fischarten in allen Grössen und Altersstadien (ideal ab ca. 5 bis 7 cm). Die Methode wurde entwickelt für grosse Mengen an zu markierenden Fischen und ist technisch ausgereift.

Nachteile: Der ideale Ort der Markierung muss für jede Fischart neu bestimmt werden. Ebenso ist für jede Fischart eine angepasste Ausrüstung sowie Erfahrung bei deren Anwendung nötig. Die Marke ist von blossen Auge nicht sichtbar. Die Kombination mit einem Fettflossenschnitt wird darum empfohlen.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Gerster und Rey (1995) empfehlen im Bericht über die fischökologischen Untersuchungen an der Melezza die Kombination mit dem Fettflossenschnitt für die Wiedererkennung von Auge. Ein Vorversuch mit 200 Forellensömmerlingen (5 bis 11 cm) ergab folgende qualitative Resultate: geringe Mortalität der markierten Fische, kleiner Anteil von Fischen mit Markenverlust, vertretbarer Zeitaufwand.

Büttiker (2000) dokumentiert für Bachforellensömmerlinge eine Verlustrate von 2.7 %. Der Verlust

geschieht in den ersten Tagen oder gar nicht (Aquariumsversuch). Der Autor bewertet die Kombination von Fettflossenschnitt und Magnetstreifen als gut lesbare Lösung für die Unterscheidung von Jahrgängen (Gruppenmarkierung). Meng, Müller und Geiger (1986) machen zur Markierung von Felchensömmerlingen die folgenden Angaben: Markiertempo: 500 bis 800 Fische pro Stunde, Sterberate durch Markierung: 5 %. Markenverlust innerhalb von 15 Tagen: 8.5 %, Markenverlust bis zum Wiederauffang im fangreifen Alter: rund 10 %. Je tiefer der Metallstift unter die Haut geschoben wird, um so höher ist die Sterberate der Fische. Je tiefer er aber ist, um so weniger Marken gehen verloren. Die Autoren empfehlen, keine Felchen unter 6 cm mit Metallstiften zu markieren.

4.1.8 Thermalmarkierung der Otolithen (engl.: thermal otolith marks): Im Verlaufe der Aufzuchtphase werden die Jungfische mehrmals für einige Stunden in zwei Bädern mit ungleich temperiertem Wasser gehältert. Die Temperaturdifferenz sollte dabei grösser sein als 4 Grad. Auf den Otolithen (Gehörsteinchen) bilden sich in der Folge deutliche Banden aus – vergleichbar mit Jahrringen beim Baum. Die Banden bezeichnet man als Thermalmarken. Diese können später unter dem Binokular als Muster wiedererkannt werden.

Vorteile: Die Methode hat eine geringe Auswirkung auf Wachstum, Überleben und Verhalten. Sie ist gut geeignet für Larven und Massenmarkierungen. Die Marken sind dauerhaft und ermöglichen Langzeitstudien.

Nachteile: Es ist keine individuelle Markierung möglich. Um die Otolithen untersuchen zu können, muss der Fisch getötet und seziiert werden. Die Technik ist sinnvoll für künstlich erbrütete Fische und erfordert eine genau kontrollierte Umgebung. Die Bearbeitung der Wiederauffänge ist aufwändig. Pilotprojekte sind nötig.

4.1.9 Fluoreszenzmarken (z. B. Alizarinrot, Tetracyclin, Calcein):

Bei der Markierung mit fluoreszierenden Substanzen werden bestimmte Farbstoffe im Knochengewebe, d.h. insbesondere in den Otolithen des Fisches eingelagert. Die Markierung des Fisches kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen. Entweder durch Langzeit-Exposition in einer schwach konzentrierten Lösung oder durch kurzfristige Exposition in einer hochkonzentrierten Markiersubstanz. Das Amt für Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen verfügt über umfangreiche Erfahrungen mit der Markierung von Felcheneiern, vor allem mit Alizarinrot und Tetracyclin. Tetracyclin wäre als Farbstoff gut geeignet. Da es sich bei diesem Stoff jedoch um ein Antibiotikum handelt, gibt es teilweise Bedenken gegen den breiten Einsatz von Tetracyclin in dieser Anwendung. Der Lebensmittelfarbstoff Alizarinrot ist hingegen unbedenklich und gibt sehr intensive, rote Marken. Die Substanz ist als chemischer Stoff jedoch nicht eindeutig definiert, was die Wirkung eher unberechenbar macht. Aufwändige Vorversuche sind unerlässlich. Für jede Fischart, jedes Fischalter und jedes neue Gewässer müssen eingehende Vorversuche durchgeführt werden, um die markierbedingten Abgänge zu minimieren und die Markiertrate zu maximieren. Die optimale, methodische Anwendung entsteht aus einem Abwägen zwischen Wirksamkeit (Markiererfolg) und Mortalität. Für die Wiedererkennung muss der Fisch getötet und sein Kopf seziiert werden, damit die Otolithen entnommen werden können. Die Marke wird erst unter dem Fluoreszenz-Mikroskop nach Anregung durch UV-Licht sichtbar.

Vorteile: Die Markierung kann prinzipiell bei allen Fischgrössen und Altersstadien durchgeführt werden. Die Methode ist bei vielen Arten einsetzbar, muss aber artspezifisch angepasst werden. Ihr grosser Vorteil liegt in der Möglichkeit der Markierung grösster Fischmengen (z. B. am Bodensee bis zu 200 Millionen Felchenbrütlinge). Die Marken bleiben lange sichtbar und sind bei guter Markierung auch noch am mehrjährigen Fisch wiedererkennbar. Verschiedene Farbstoffe können gemäss Angaben des Amtes für Jagd und Fischerei des Kantons SG für Gruppenmarkierungen überlagert werden.

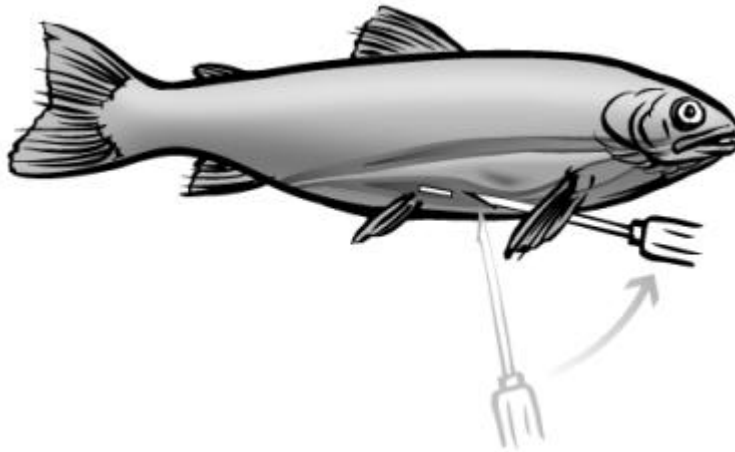
Nachteile: Die Fische müssen für die Wiedererkennung getötet werden. Das Ansprechen der Marke wird mit zunehmender Grösse der Fische schwieriger – der erforderliche Aufwand damit grösser.

Erschwerend kommt die Tatsache hinzu, dass das Fangen von juvenilen Fischen im See besonders schwierig ist. Nur an ihnen kann die Markierung jedoch ohne aufwändige Aufarbeitung der Otolithen wiedererkannt werden. Es ist keine individuelle Markierung möglich. Die Methode erfordert detaillierte und aufwändige Vorversuche für jeden neuen Versuch. Beschaffung und Untersuchung der Wiederfänge erfordert einen grossen materiellen Aufwand (z.B. Schleppnetz bei Seefischerei, Fluoreszenz-Mikroskop).

4.1.10 Elektronische Marken:

PIT-Marken (engl.: passive integrated transponder): Grösse 12 x 2 mm. Die Marke enthält keine Batterie und gibt auch keine Signale ab. Sie muss mit einer externen Energiequelle (Lesegerät) ange-regt werden. Die PIT-Marke wird mit einer Nadel in die Körperhöhle des Fisches implantiert:

1. Die Nadel wird durch die Muskulatur in die Körperhöhle eingeführt.
2. Die eingeführte Nadel wird parallel zum Fischkörper abgewinkelt.
3. Gleichzeitiges Ausstossen des Senders mit dem Zurückziehen der Nadel.



Vorteile: Die Technik ist geeignet für viele Arten und Grössen von Fischen sowie für Langzeitstudien. Die Markenverluste sind gering. Eine individuelle Markierung ist möglich.

Nachteile: Es sind erst wenig dokumentierte Erfahrungen vorhanden und es ist geschultes Personal notwendig.

Die Marken sind wegen der hohen Kosten für eine Massenmarkierung kaum geeignet. Die Marke ist äusserlich nicht sichtbar – empfehlenswert ist darum die Kombination mit dem Fettflossenschnitt.

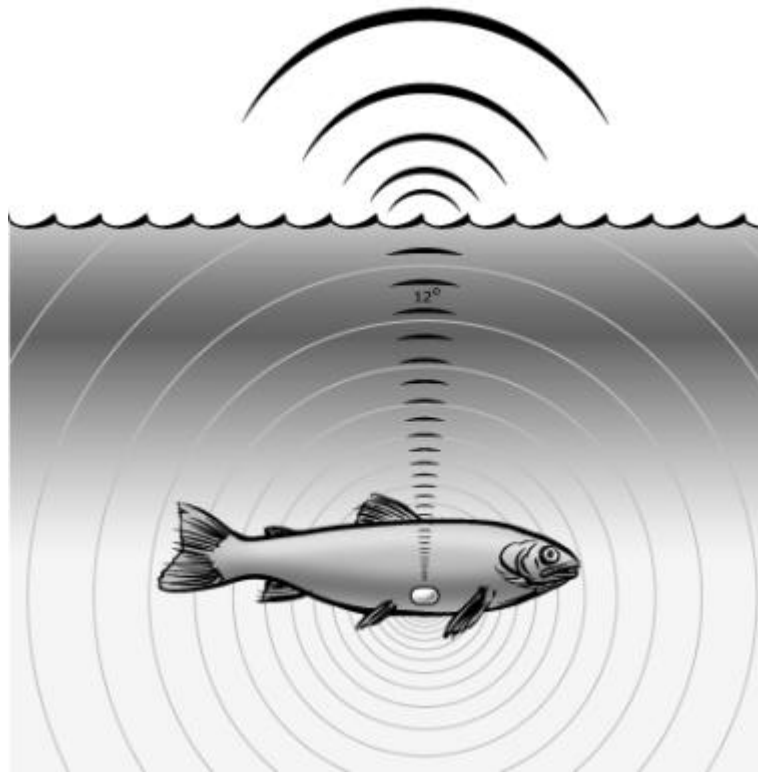
Ultraschall: Ultraschallsender sind dort geeignet, wo Radiosender versagen: z. B. tiefere Gewässer wie Seen. Dank den tiefen Frequenzen (20 kHz) bleiben die Signale stark und können bis 1 km weit empfangen werden. Die Ultraschallwellen werden mit einem Unterwassermikrofon erfasst.

Vorteile: Die Ortung ist auf weite Distanzen möglich und kann ständig erfolgen. Die Signale sind gerichtet und haben einen engen Empfangswinkel, was die Bestimmung des Aufenthaltsortes ermöglicht. Die Methode ist für alle Fischarten geeignet.

Nachteile: Das System ist teuer und kompliziert. Es können nur wenige Tiere gleichzeitig erfasst werden. Es sind Auswirkungen möglich auf Wachstum, Überleben und Verhalten. Für kleine Tiere ist die Methode nicht geeignet. Das Signal kann nur unter Wasser empfangen werden und kann driften. Physikalische Hindernisse wie z. B. turbulente Flusstellen führen zu Störungen.

Radiotelemetrie: Radiotelemetrie ist in Flüssen und Bächen mit geringer Leitfähigkeit und Tiefe geeignet. Sie wird in aller Regel dort eingesetzt, wo Ultraschall versagt und umgekehrt. Für die Schweiz ist nur der Frequenzbereich im Band von 148 MHz zugelassen. Das Betreiben einer Radiotelemetrieanlage untersteht der Bewilligungspflicht (BAKOM).

Der Sender enthält eine Batterie und eine 20 bis 30 cm lange Antenne; seine Lebensdauer beträgt zwischen 30 Tagen und 2 Jahren – abhängig von der Grösse des Senders. Zur Ortung der markierten Fische dient ein Empfangsgerät. Die exakte Bestimmung des Aufenthaltsortes ist möglich.



Ausbreitung der Radiosignale: Signalwellen ausserhalb des eingezeichneten Winkels von 12 ° werden an der Wasseroberfläche zurückgeworfen und treten nicht in die Atmosphäre aus.

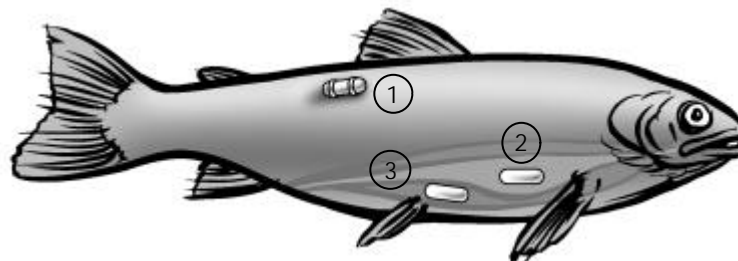
Vorteile: Möglich sind die Ortung über weite Distanzen, ständiges Monitoring und individuelle Identifikation. Das Signal wird in der Luft empfangen und ist wenig beeinträchtigt durch Hindernisse. Die Drift der Frequenzen ist gering.

Nachteile: Das System ist technisch kompliziert, der Verlust der Signale im Wasser hoch. Die Technik ist nicht geeignet in Seen und in tiefen Flüssen. Die hervorstehende Antenne kann den Fisch behindern. Die Technik ist ungeeignet für kleine Tiere sowie für Langzeitstudien.

Erfahrungen aus den eingereichten Projekten: Huber-Gysi (1998) schreibt im Bericht über die Untersuchungen der Raumnutzung und Populationsdynamik der Nase: Die Sender wurden in die Bauchhöhle implantiert. Die Antenne lag ausserhalb des Körpers. Im Herbst überstanden alle Fische die Implantation problemlos, wogegen sie im Frühling, kurz nach der Laichzeit, deutlich weniger Widerstandskraft aufbrachten: Einige Tiere starben während der Hälterung durch Pilzbefall und sekundäre Infektionen. Insgesamt hat sich die Methode aber gut bewährt.

Mögliche Positionierung der Ultraschall- und Radiotelemetriesender:

1. Extern, unter der Rückenflosse
2. Im Magen des Tieres
3. In der Körperhöhle, was eine Operation nötig macht



Das Gewicht eines Senders sollte 2 % des Körpergewichtes der Fische nicht überschreiten.

4.2 Kostenvergleich der verschiedenen Methoden, Hammer und Blankenship (2001), Dollarkurs 1999 für die Umrechnung: 1.34. Die Preise beinhalten die Kosten für die Marken, die komplette Ausrüstung, das Narkosemittel sowie die Arbeitskosten.

Markiermethode	Markierungskosten (pro Fisch)	Erkennungskosten (pro Fisch)
Ankermarken (Floy tag)	CHF 0.63	vernachlässigbar
Kiefermarken	CHF 0.72	vernachlässigbar
Flossenschnitte	CHF 0.02 – 0.03	vernachlässigbar
Markierung mit Kältebrandmarken	CHF 0.03 – 0.07	vernachlässigbar
Pigment- und Farbmarken	CHF 0.03 – 0.05	vernachlässigbar
VI-sichtbares Implantat	CHF 1.34	vernachlässigbar
alphanumerisch codiert	CHF 0.15	vernachlässigbar
blank		
Coded Wire Tag	CHF 0.08 – 0.10	CHF 4.0 – 6.7
alphanumerisch codiert	CHF 0.08 – 0.09	CHF 4.0 – 6.7
blank		Ausrüstung für die Wiedererkennung: CHF 9'000 – 35'000
Thermalmarkierung der Otolithen	vernachlässigbar	CHF 14 bis 20 pro untersuchtem Fisch Laboreinrichtung: CHF 670 – 67'000
Chemische Marken in Schuppen, Otolithen und Wirbel (fluoreszierend)	CHF 0.004	CHF 20 bis 67 pro untersuchtem Fisch Laboreinrichtung: CHF 20'000 – 30'000
PIT – Marken	CHF 3.40 – 7.40	Ausrüstungskosten für die Wiedererkennung: Sende-Empfangsgerät: CHF 1'100 – 3'400

4.3 Bezugsquellen der Markierprodukte, Grundlage: Peter und Ruhlé (1995), ergänzt Gmünder (2002)**Ankermarken**

Floy Tag & Manufacturing, Inc.
4616 Union Bay Place Northeast
Seattle, Washington 98105, USA
Telefon (+1) 1 800 843 1172 or (+1) 206 524 2700
Telefax (+1) 206 524 8260
floytag@halcyon.com
www.halcyon.com/floytag

Kiefermarken und Ankermarken samt passendem Werkzeug für die Markierung

4 Größen: no. 1 bis no. 4, verlangen Sie: ‚marques barrettes a poisson‘
Chevillot – Identification des animaux
M. Jean-Claude Carles
Z.I. Saint-Antoine
81011 Albi Cedex 09
Telefon (+33 5) 63 45 40 55
Telefax (+33 5) 63 45 16 83
Chevillot verkauft auch Plastikmarken (T-Marken) und dazugehörige Pistolen.
www.chevillot.com

Flüssiger Stickstoff ist erhältlich in Sauerstoffwerken.

Alcian-Blau

Produkt: Alcianblau 8 GS (8 GX), (Fluka Nr. 05500)
Fluka Chemika / Buchs SG
Telefon 081 755 28 28
www.sigma-aldrich.com

Markierspritze: PAN JET De Luxe

Wright Health Group Ltd.
Kindsway West
DUNDEE DD2 3QD Schottland
Telefon (+44 382) 83 38 66
Telefax (+44 382) 81 10 42
www.wright-cottrell.com

Coded Wire und VI Implants

Northwest Marine Technology
Corporate Office
P. O. Box 427, Ben Nevis Loop Road
Shaw Island, WA 98286, USA
Telefon (+1) 360 468 3375
Telefax (+1) 360 468 3844
office@nmt-inc.com
www.nmt-inc.com/

Dachverband PIT Marken: www.pittag.org

PIT Marken und Lesegerät

FISH EAGLE Trading Co.

Little Faringdon Mill

Lechlade, Gloucestershire / England

Telefon (+44 367) 52 754

Telefax (+44 367) 53 406

Datamars SA

sistemi d'identificazione RF

via ai Prati

6930 Bedano TI

Telefon 091 935 73 80

Telefax 091 945 03 30

Elektronische Marken

BIOMARK

149 South Adkins Way

Suite 104

Meridian, ID 83642

Telefon (+1) 208 288 0011

Telefax (+1) 208 288 0031

marko@biomark.com

www.biomark.com/contact.html

4.4 Produkte zur Narkotisierung der Fische, Peter und Ruhlé (1995)

Um Fische schnell und zuverlässig markieren zu können, müssen sie narkotisiert werden. Die Narkotisierung sollte jedoch grundsätzlich immer erfolgen, wenn mit Fischen Versuche gestartet werden. Dazu steht eine grosse Anzahl von Narkosemitteln zur Verfügung. Es sollten jedoch nur die folgenden drei angewandt werden, da diese gut erprobt sind:

Tricain (50 bis 100 mg pro Liter Wasser) ist ein weisses Pulver zum Anrühren. Die Narkosedauer beträgt je nach Konzentration, Fischart und Fischgrösse 2 bis 5 Minuten. Die Erholungszeit dauert 3 bis 10 Minuten und ist abhängig von der Dosierung, der Narkosedauer und der Wassertemperatur. Der Sicherheitsbereich (Differenz zwischen unbedenklicher und giftiger Dosis) von Tricain ist gross.

2-Phenoxy-Aethanol purum (0.25 bis 0.50 ml pro Liter Wasser) ist eine farblose, ölige Flüssigkeit und etwas schwerer als Wasser. Die Narkose dauert je nach Fischart, Konzentration und Fischgrösse 2 bis 5 Minuten. Die Erholungszeit beträgt 3 bis 10 Minuten und ist abhängig von Dosierung, Narkosedauer, Wassertemperatur sowie Fischart und Fischgrösse. Das Mittel ist in der Apotheke erhältlich (rezeptpflichtig).

Nelkenöl ist ein rein natürliches Produkt und wird durch Wasserdampfdestillation aus Blüten, Knospen, Blättern und dem Stiel der Pflanze gewonnen. Dosierung des Produktes der Firma Hänseler AG: 1.5 ml Nelkenöl mit 20 ml Ethanol (rein 100%) mischen und in 30 Liter Wasser geben. Die Mischung muss jeden Tag neu hergestellt werden. Für das Messen und Streifen von Forellen reicht 1 ml Nelkenöl. Es kann nur über Ärzte, Drogerien oder Apotheken bezogen werden. 100 ml Nelkenöl kosten CHF 13.60. Hersteller: Hänseler AG, Pharma- und Chemikalienhandel, Industriestrasse 35, 9100 Herisau.

4.5 Zum Umgang mit der Bewilligungs- und Meldepflicht (Details siehe Kapitel 1.6)

Jede Markierung von Fischen ist beim BUWAL, Sektion Fischerei zu melden. Überdies besteht eine kantonale Bewilligungspflicht für Markierversuche, da diese als ‚Tierversuche‘ unter das Tierschutzgesetz fallen (vgl. Kapitel 1.5).

BUWAL und BVET (1995) halten in der Richtlinie Tierschutz 4.03 abschliessend die **nicht bewilligungspflichtigen** Methoden fest. **Meldepflichtig** bleiben sie jedoch!

Die Praxis zeigt, dass gewisse Methoden ohne Bewilligung angewandt werden, streng genommen aber bewilligungspflichtig wären. Es sind dies das unbedenkliche Nelkenöl für die Anästhesie der Fische, die Ankermarken, Kiefermarken bei kleineren Fischen als 15 cm, Flossenschnitte an anderen Flossen als der Fettflosse, Thermalmarken und neu hinzukommende, aus Sicht des Tierschutzes jedoch unbedenkliche Techniken. Aufgrund dieser Tatsache scheint es angebracht, die oben genannte Richtlinie zu überprüfen und allenfalls anzupassen.

5 Aufbau und Durchführung der Erfolgskontrolle

Bei der Durchführung von Besatzerexperimenten gibt es einige Punkte, bei deren Beachtung die Resultate prägnanter werden und klarere Aussagen ermöglichen.

5.1 Vereinfachte Fragestellungen erlauben präzisere Resultate

Je klarer die Fragestellung formuliert wird, um so konkretere Aussagen können bei der Interpretation der Resultate grundsätzlich gemacht werden. Mit einer durchdachten Fragestellung können im Vorhinein Einflüsse ausgegrenzt werden, die das Resultat beeinflussen würden, aber nicht quantifizierbar wären.

5.2 So einfach wie möglich markieren

In etlichen eingegangenen Studien ist die Wahl der Technik für die Fischmarkierung nicht angepasst: Die gewählte Technik bietet oft weit mehr Möglichkeiten, als für die Beantwortung der Frage nötig wären. Gerne angewandt werden Methoden, mit welchen jedes Tier als Individuum markiert wird und als solches auch wiedererkannt werden könnte – ein Detaillierungsgrad, wie er nur für spezielle Fragestellungen nötig ist. Meist reicht die Markierung als Gesamtes oder von einigen Gruppen. Die entsprechenden Techniken sind in der Regel nicht nur weit günstiger und weniger aufwändig in der Anwendung, sondern schonen in aller Regel auch die Gesundheit und den Bewegungsspielraum der Fische (vgl. Kapitel 4.1).

5.3 Einzel-, Gruppen oder Gesamtmarkierung

Einfach ist die Markierung für Versuche, bei welchen nur die Besatzfische als solche, ohne zusätzliche Information wiedererkannt werden müssen. In diesem Fall sind alle Tiere gleich markiert und erscheinen als ein **Gesamtes**. Es genügt hier zum Beispiel der schnell gesetzte Fettflossenschnitt oder ein Tätowierpunkt an der immer gleichen Stelle. Wenn massenhaft Eier oder Brütlinge markiert werden sollen, wird das Unterfangen schwieriger (vgl. Kapitel 4.1.9 Fluoreszenzmarken).

Manchmal soll zwischen **Gruppen** unterschieden werden können. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die eine Gruppe oberhalb eines Kraftwerks ins Gewässer eingesetzt wird, die andere unterhalb, und man wissen will, ob und in welcher Richtung die Fische diese Hürde passieren. Ein weiteres Beispiel einer Gruppenmarkierung ist der Versuch mit verschiedenen Besatzerjahrgängen: Jeder Jahrgang wird als Gruppe markiert und soll bei der Erfolgskontrolle als solcher auch erkennbar sein. Für Gruppenmarkierungen empfiehlt es sich, einfache Markierungsarten wie Fettflossenschnitt, Tätowierungen und Kältebrandmarken zu kombinieren – mit kleinem Aufwand erhält man so ein Set von verlässlichen Markierungen, die den Fisch nur wenig behindern.

Die **individuelle Markierung** mit Einzelmarken oder Sendern ist nur dann nötig, wenn auch Informationen zu den einzelnen Fischen gesucht sind, wie dies der Fall ist bei Fragen zum Wanderverhalten, Wachstum oder der Gewichtszunahme von einzelnen Tieren.

5.4 Künstliche Sterberate und Markenverlust

Die **Sterberaten** sowie **der Markenverlust** beeinflussen die Resultate zum Teil stark. Wird deren Bezifferung in die Auswertung nicht miteinbezogen, fällt die Angabe über den Besatzerfolg zu gering aus. Es sind darum Kenntnisse nötig über das Ausmass der folgenden drei Parameter:

1. Sterberate von markierten Besatzfischen
2. Sterberate von unmarkierten Besatzfischen
3. Markenverlust

In Vor- und Parallelversuchen mit Kontrollfischen können Sterberate und Markenverlust bestimmt werden: 1 minus 2 ergibt die zusätzliche Sterberate als Folge der Markierung. Zusammen mit dem Markenverlust ist sie rechnerisch als Teil des Besatzerfolges auszuweisen.

5.5 Versuchsgewässer, Abwanderung und Wahl der Teststrecke

Gewässer sind fast immer offen: Fische wandern zu oder lassen sich abdriften. Es ist unumgänglich, dass sich punktuell eingesetzte Mengen räumlich verteilen. Man redet von Dispersion - bei den wilden Artgenossen tut dies nichts zur Sache. Die Zahl der markierten Besatzfische ist jedoch beschränkt, sodass die unbekannte Grösse der Abwanderung das Bild verzerrt.

Ein Versuchsaufbau sollte darum die folgenden Grundsätze möglichst einhalten:

1. Abgrenzung des Versuchsgebiets so weiträumig wie möglich und kein Besatz mit unmarkierten Fischen.
2. Kein Besatz mit unmarkierten Fischen in Gewässer, die mit den betrachteten Fließgewässern und Seen im Versuchsgebiet verbunden sind.
3. Teststrecken für die Abfischungen gleich intensiv besetzen wie das restliche Versuchsgebiet.
4. Teststrecken in ihrer Struktur und Länge so wählen, dass sie das betrachtete Gewässer repräsentieren - wenn möglich mehrere Teststrecken pro Versuch.

5.6 Rückfang der eingesetzten Fische

Für den **Rückfang** der markierten Fische werden grundsätzlich zwei verschiedene Methoden angewandt. Verlässlicher sind **gezielte Abfischungen** mit dem Elektrofangergerät (quantitativ in festgelegten Teststrecken: Removal Methode, qualitativ über grössere Strecken: punktuelle Abfischungen) in begehbaren Bächen oder mit dem Netz, wo elektrisch nicht gefischt werden kann. Genauere Angaben machen Peter und Erb (1996) im Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fließgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei.

Möglich sind aber auch **Rückmeldungen durch Fischer**. In vielen Versuchen wurde jedoch die Erfahrung gemacht, dass anhand von Rückmeldungen unverlässliche Mindestzahlen entstanden, deren Ungenauigkeit gegen oben hin nicht beschrieben werden kann: Auch wenn die Belohnung für die Meldung der Rückfänge hoch angesetzt ist, am Schluss bleibt unbekannt, wie gross der Anteil der Fischer ist, welche die Markierungen übersehen oder nicht gemeldet haben. Die Rückmeldung via Fischer liefert in erster Linie Informationen über Wanderungen aus dem eigentlichen Besatzgebiet heraus. Guthruf (1999) hat die Methode der Rückmeldungen verbessert: Er weist die Fischer an, alle gefangenen, untermässigen Fische auf die Markierung hin zu kontrollieren und bittet sie, das Zahlenverhältnis der markierten zu den unmarkierten Tieren zu melden. Auf diese Weise wird unwichtig, ob alle Fischer Guthrufs Anliegen nachkommen. Wichtig ist nur, dass er am Schluss eine genügend grosse, zufällige Stichprobe hat, um die Resultate hochzurechnen. Bei der Anwendung dieser Methode ist darauf zu achten, dass die markierten Fische gross genug sind, um mit Rute oder Netz verlässlich gefangen zu werden.

5.7 Gedeihen der Besatzfische über die Zeit – Interpretation der Resultate

Mindestens **zwei zeitlich gestaffelte Kontrollen** sind nötig für eine Auskunft über das ‚Gedeihen der Besatzfische‘. Es gibt oft keine verlässlichen Angaben über die Kapazität des Lebensraumes, in den man die Besatzfische setzt. Man ist meist gezwungen, mengenmässig anhand von Schätzungen zu besetzen. Erst bei der ersten Abfischung wenige Tage nach Besatz wird klar, wieviele zusätzliche Fische im Bach ihren Platz gefunden haben. Es wird jedoch mindestens eine zweite Abfischung nötig, um wissen zu können, wie sich die Besatzfische im Vergleich zu ihren wilden Artgenossen behaupten und ob sie die Population auch stärken. Der Vergleich dieser zeitlich gestaffelten Resultate zeigt, ob und wie stark die Besatzfische zur Population beitragen.

Eine Abfischung vor dem Besatz bringt überdies wichtige Informationen über den natürlichen Zustand der Population. Es wird ein Vergleich von vorher und nachher möglich: Wenn sich ein Teil der Besatzfische zwar behauptet, die zusätzliche Konkurrenz aber mehr Tiere verdrängt als hinzugekommen sind, ist fischereiwirtschaftlich nichts gewonnen.

5.8 Bezifferung des Besatzerfolgs

Der Besatzerfolg wird in den eingegangenen Studien auf zwei grundsätzlich verschiedene Arten angegeben: Die **Überlebensrate** beziffert, ausgehend von der Besatzmenge, wieviele der eingesetzten Fische über die Zeit bestehen. Sie ist jedoch natürlichen Schwankungen unterworfen, die nicht zuverlässig quantifizierbar sind. Ein Hochwasser zum Beispiel kann einen gewichtigen Teil der Besatzfische abschwemmen. Die Überlebensrate – und damit der Besatzerfolg – sinkt als Folge drastisch und widerspiegelt ein nicht ganz richtiges Bild: Es geht die Information verloren, dass die wilden Artgenossen dasselbe Schicksal erlitten.

Die aussagekräftigere Messgrösse ist der **Anteil der Besatzfische an der Population** (noch aussagekräftiger ist der Anteil am Jahrgang, siehe unten). Da Besatzfische und wilde Fische den selben Umwelteinflüssen ausgesetzt sind, kürzen sich mit dieser Messgrösse Störungen von aussen teilweise weg. Die Bezifferung der Anteile kann auch mit punktuellen Abfischungen oder anhand von Rückmeldungen in Erfahrung gebracht werden.

Dazu ein fiktives Beispiel: Eine erste Abfischung zeigt, dass von ursprünglich 1500 Fischen 300 dem Besatz entstammen. Diese Zahl gilt als Ausgangslage, sie ist ein Hinweis, ob und wieviele Fische noch ‚gefehlt‘ haben, um den Lebensraum deckend zu besiedeln. Eine Störung (Hochwasser, Temperaturerhöhung, Vergiftung etc.) rafft 90 % der Fische weg. Eine zweite Kontrollabfischung zeigt nun, dass 28 von 150 Tieren Besatzfische sind. Die Überlebensrate der Besatzfische zwischen der ersten und der zweiten Abfischung beträgt $28 / 300$, also gut 9 %. Die Zahl bewertet in diesem Beispiel vor allem die katastrophale Wirkung der Störung und täuscht einen geringen Besatzerfolg vor. Der Anteil der Besatzfische an der Population hingegen sinkt von ursprünglich 20 % ($300 / 1500$) auf lediglich knapp 19 % ($28 / 150$), ein Verhältnis, welches zeigt, dass die Besatzfische sich gegenüber den Artgenossen überraschend gut behaupten und der Besatz hier fischereiwirtschaftlich sinnvoll war. Der **Anteil der Besatzfische am Jahrgang** vermittelt das genaueste Bild, weil Bestandesschwankungen der oberen und unteren Jahrgänge die Resultate nicht beeinflussen. Der unmittelbare Einfluss der restlichen Populationsstärke wird eliminiert.

5.9 Tabelle mit Beispielen

Die Wahl der optimalen Methode für die Wiedererkennung ist nicht immer einfach. Die untere Tabelle mit einigen Beispielen von Versuchsaufbauten kann Ihnen bei dieser Wahl eine Hilfe sein:

Fragestellungen	Markiertechnik	Wiedererkennung	Voruntersuchung
Besatzversuch mit einem Jahrgang, Kontrolle nach wenigen Monaten	Tätowierungen oder Fettflossenschnitt	mit dem Elektrofanggerät in repräsentativen Teststrecken, Rückmeldungen durch ausgewählte Fischer in Gewässern, die elektrisch nicht befischt werden können.	Voruntersuchungen über die Sichtbarkeit der Tätowierung über die Zeit, Nachwachsen der Flossenschnitte, Sterberaten markierter und unmarkierter Tiere.
Besatzversuch mit einem Jahrgang Kontrolle nach mehr als einem Jahr	Fettflossenschnitt		
Besatzversuch mit mehreren Jahrgängen	Fettflossenschnitt komb. mit Tätowierung		
Wanderverhalten zwischen Hindernissen, nur eine Stelle mit Besatz	Tätowierungen oder Fettflossenschnitt	mit dem Elektrofanggerät in repräsentativen Teststrecken unterhalb und oberhalb der Hindernisse, Rückmeldungen durch ausgewählte Fischer in Gewässern, die elektrisch nicht befischt werden können.	
Wanderverhalten zwischen Hindernissen, Besatz an mehreren Stellen	Fettflossenschnitt komb. mit Tätowierung		
Besatz mit Brütlingen in Seen und Flüssen	Fluoreszenzmarken Thermalmarkierung	Fang einer repräsentativen Stichprobe mit dem Schleppnetz	Voruntersuchungen über die Anwendung der Farbe, deren Lesbarkeit und über die Sterberaten
Wanderverhalten von Einzelfischen	Ultraschall oder Radiotelemetrie	spezielle Ortungsgeräte	Hälterung nach der Operation bis die Gesundheit der Tiere gewährleistet ist.
Wanderverhalten von vielen Einzelfischen	Ankermarken	Mit dem Elektrofanggerät in repräsentativen Teststrecken	Ausheilen der Wunden durch die Verankerung, Voruntersuchungen über die Sterberaten

6 Schlussbemerkungen

In der Schweiz werden die meisten Gewässer mit Besatz bewirtschaftet. Die Auswertung der eingegangenen Berichte ergab jedoch ein ernüchterndes Bild. Kaum eine der dokumentierten Erfolgskontrollen zeigt für Bäche und Seen, in denen die natürliche Verjüngung noch funktioniert, einen herausragenden oder längerfristigen Erfolg. Im Gegenteil: Ist die Naturverlaichung gewährleistet, reduziert sich der Anteil der Besatzfische kontinuierlich. Als Folge geht nur ein kleiner Teil in den Fang der Angler über. Der Besatz mit Massfischen lässt die Fangzahlen kurzfristig ansteigen. Werden die Massfische nicht innerhalb kurzer Zeit rückgefangen, verschwinden sie aus dem betrachteten Gewässer. Aus ökologischer Sicht bestehen gegenüber Besatzmassnahmen folgende Bedenken: Bekanntlich besteht die Gefahr des Einschleppens von Krankheiten. Weiter muss ein überflüssiger Konkurrenzdruck der Besatzfische auf die Wildfische vermutet werden, der aber nur selten quantifiziert werden kann. Zudem muss in Hinblick auf den Schutz der lokalen Ökotypen vor Besatz mit genetisch nicht genügend verwandten Stämmen abgeraten werden.

Sieht man von Initialbesätzen, von Besätzen als Stütze der Population nach schwerwiegenden Umwelteinflüssen und von Fällen mit fehlendem Teillebensraum für ein bestimmtes Entwicklungsstadium ab, ist die Aussage gerechtfertigt, dass Standard-Besatzmassnahmen oft ohne grosse Wirkung bleiben und deshalb aus ökonomischen und ökologischen Gründen wenig sinnvoll sind.

Die Bearbeitung der Unterlagen für diesen Bericht zeigt, dass die Ergebnisse aus den kantonalen Besatzversuchen mit Fischen selten publik gemacht werden. Ein Grund dafür mag sein, dass diese Versuche in erster Linie Fragen der regionalen Fischereiwirtschaft beantworten sollen und der Versuchsaufbau wissenschaftlichen Kriterien oft nicht genügt. Eine Übertragung auf andere Gewässer ist aus letzterem Grund nur sehr beschränkt möglich. Angesichts des grossen Aufwands, mit dem Besatzmassnahmen betrieben werden, ist es erstaunlich, wie wenig über den effektiven Nutzen dieser fischereiwirtschaftlichen Massnahmen bekannt ist. Vor allem für Seen, in die jährlich Millionen von Felchenbrütlinge eingesetzt werden, liegen kaum Zahlen über den Erfolg dieser Massnahme vor.

Eine klare Antwort, mit welchem Erfolg bei Fischbesatz gerechnet werden kann, bleibt auch die vorliegende Arbeit schuldig. Zu vielfältig und zeitlich variabel sind die Umweltbedingungen für die Fische in den Gewässern und zu viele Vorbehalte müssen bei den einzelnen Ergebnissen gemacht werden. So muss man sich mit einer Übersicht über Einzelresultate begnügen.

Hinsichtlich der Wahl der Methode für die Markierung können aus den Erfahrungen in den verschiedenen Arbeiten gute Hinweise und Anregungen genommen werden. Viele der Versuchsanordnungen zeigen jedoch einen Hang zum Komplizierten: Nicht selten wurde jeder Fisch als Einzeltier gekennzeichnet, ohne dass die Fragestellung dies erforderte. Es gibt eine Auswahl einfacher Markierungen, die leicht wiedererkennbar sind und die Gesundheit der Tiere schonen. Im Sinne des Tierschutzes sollte vermehrt auf diese Methoden zurückgegriffen werden. An dieser Stelle wollen wir noch einmal darauf hinweisen, dass alle Besatzversuche mit markierten Tieren meldepflichtig sind beim BUWAL und dass für gewisse Markiertechniken zusätzlich eine Bewilligung eingeholt werden muss von den kantonalen Veterinärbehörden (vgl. Seite 10).

Der Gehalt dieser Arbeit steht und fällt mit den Resultaten von Besatzversuchen und anderen Informationen aus den Kantonen und anderen Institutionen. Herzlichen Dank an alle, die in dieser Hinsicht offenen Zugang zu ihren Daten gewährt haben und bereitwillig weiterführende Auskunft gaben, wenn aus der Bearbeitung der Daten Fragen entstanden.

Fischart Besatzalter bzw. -grösse	Absolute Zahlen als Grundlage für die relativen Angaben	Erfolgskontrolle Anteil am Jahrgang (wo markiert: Anteil an der Gesamtpopulation)	Erfolgskontrolle Überlebensrate in Prozent	Erfolgskontrolle Rückmeldungen markierter Tiere durch Fischer. Besatzwert = Anteil der gefangenen Fische am Besatz	Zeitspanne zwischen Besatz und Erfolgskontrollen	Gewässertyp	Autoren	Abschlussjahr des Berichts	Kanton, Institution
Äsche, Vorsommerlinge	Nmarkiert 22 Nmarkiert 11 Nmarkiert 1	44 % 22 % 1 %			2 Mte 2 Mte 2 Mte	Rhein bei Stein am Rhein (3 Strecken)	H. Vicentini	98	TG
Äsche, Vorsommerlinge, Jahrgang 1990	Nmarkiert 25 Nmarkiert 4 Nmarkiert 2 Nmarkiert 11	16.2 % 8.3 % 2.4 % 5.8 %			49 Tg 57 Tg 134 Tg 164 Tg	Aare	J. Guthruf	96	ETHZ
Äsche, Vorsommerlinge, Jahrgang 1991	Nmarkiert 12 Nmarkiert 10 Nmarkiert 4 Nmarkiert 11 Nmarkiert 21 Nmarkiert 20 Nmarkiert 10	20 % 19.4 % 12.9 % 12.7 % 11.2 % 9.6 % 6.9 %			18 Tg 32 Tg 48 Tg 102 Tg 155 Tg 187 Tg 271 Tg				
Äsche, Jährlinge	Nmarkiert 36 Nmarkiert 10	14 % 7 %			≤ 6 Mte ≤ 18 Mte				

Fischart Besatzalter bzw. -grösse	Absolute Zahlen als Grundlage für die relativen Angaben	Erfolgskontrolle Anteil am Jahrgang (wo markiert: Anteil an der Gesamtpopulation)	Erfolgskontrolle Überlebensrate in Prozent	Erfolgskontrolle Rückmeldungen markierter Tiere durch Fischer. Besatzwert = Anteil der gefangenen Fische am Besatz	Zeitspanne zwischen Besatz und Erfolgskontrollen	Gewässertyp	Autoren	Abschlussjahr des Berichts	Kanton, Institution
Bachforelle, Brütlinge	N _t =6Mte φ 676		f 12 % bei 39 Einzelversuchen		6 Mte	Aufzucht bäche TG	A. Krämer	89	TG
Bachforelle, Sömmerlinge	N _{markiert} 85, 238 N _{markiert} 58, 125 N _{markiert} 1, 52	83 und 87 % (Anteil an Gesamtpopulation) 42 und 60 % (Anteil an Gesamtpopulation) 2 und 32 % (Anteil an Gesamtpopulation)			5.5 Mte 10.5 Mte 17.5 Mte	Melezza: ‚fischleer‘ gespültes Bachbett unterhalb eines Stausees	St. Gerster, P. Rey	95	TI
Bachforelle, Sömmerlinge	N _{t=0} 170		12 – 16 %		13 Tg	Sitter, Forellenregion	J. Barandun, R. Gmünder	97	AI
Bachforelle, Sömmerlinge, Jahrgang 1990	N _{t=0} 400, 450, 400		2 %, 4 %, 17 % x %, 6 %, 17 % 2 %, 6 %, 8 %		12 Mte 15 Mte 24 Mte	hochalpine Bäche	C. Friedl	96	ETHZ
Bachforelle, Sömmerlinge, Jahrgang 1991	N _{t=0} 130, 160, 130		x %, 100 %, 50 % 67 %, 58 %, 39 % x %, 57 %, 33 % x %, 53 %, x %		3 Mte 12 Mte 15 Mte 24 Mte				
Bachforelle, Sömmerlinge, Jahrgang 1992	N _{t=0} 100, 200, 100		x %, 47 %, 35 % x %, 31 %, x %		3 Mte 12 Mte				

Fischart Besatzalter bzw. -grösse	Absolute Zahlen als Grundlage für die relativen Angaben	Erfolgskontrolle Anteil am Jahrgang (wo markiert: Anteil an der Gesamtpopulation)	Erfolgskontrolle Überlebensrate in Prozent	Erfolgskontrolle Rückmeldungen markierter Tiere durch Fischer. Besatzwert = Anteil der gefangenen Fische am Besatz	Zeitspanne zwischen Besatz und Erfolgskontrollen	Gewässertyp	Autoren	Abschlussjahr des Berichts	Kanton, Institution
Bachforelle, Sömmerlinge, Jahrgang 1985	Nmarkiert 524 Nmarkiert 313 Nmarkiert 229 Nmarkiert 134 Nmarkiert 59	67 % 55 % 38 % 31 % 20 %			25 Tg 7 Mte 12.5 Mte 18 Mte 25.5 Mte	Flon du Carouge: kleiner Bach in der Forellenregion	B. Büttiker	00	VD
Bachforelle, Sömmerlinge, Jahrgang 1986	Nmarkiert 120 Nmarkiert 177 Nmarkiert 97 Nmarkiert 52	77 % 65 % 46 % 22 %			1 Mte 7 Mte 14 Mte 19 Mte				
Bachforelle, Sömmerlinge Aufzucht: Bach, Eltern: wild Aufzucht: Bach, Eltern: Zucht Aufzucht: Teich, Eltern: wild Aufzucht: Teich, Eltern: Zucht Aufzucht: Becken, Eltern: wild Aufzucht: Becken, Eltern: Zucht	Nt=6Mte 88 Nt=6Mte 69 Nt=6Mte 69 Nt=6Mte 82 Nt=6Mte 63 Nt=6Mte 45		44 % 35 % 35 % 41 % 32 % 23 %		6 Mte 6 Mte 6 Mte 6 Mte 6 Mte 6 Mte	Aufzuchtbäche im Mittelland	A. Krämer	88	TG
Bachforelle, Sömmerlinge wilder Abstammung	Nwild 81 Nwild 44 Nwild 30 Nwild 24 Nwild 7	19.7 % (Anteil an Gesamtpopulation) 12.8 % (Anteil an Gesamtpopulation) 13.3 % (Anteil an Gesamtpopulation) 4.8 % (Anteil an Gesamtpopulation) 4.7 % (Anteil an Gesamtpopulation)			195 Tg 379 Tg 554 Tg 730 Tg 888 Tg	kleiner Dorfbach im Mittelland	A. Krämer	93	TG

Fischart Besatzalter bzw. -grösse	Absolute Zahlen als Grundlage für die relativen Angaben	Erfolgskontrolle Anteil am Jahrgang (wo markiert: Anteil an der Gesamtpopulation)	Erfolgskontrolle Überlebensrate in Prozent	Erfolgskontrolle Rückmeldungen markierter Tiere durch Fischer. Besatzwert = Anteil der gefangenen Fische am Besatz	Zeitspanne zwischen Besatz und Erfolgskontrollen	Gewässertyp	Autoren	Abschlussjahr des Berichts	Kanton, Institution
Bachforelle, Sömmerlinge von Zuchteltern	NZucht 146 NZucht 68 NZucht 37 NZucht 26 NZucht 1	35.4 % (Anteil an Gesamtpopulation) 19.8 % (Anteil an Gesamtpopulation) 16.4 % (Anteil an Gesamtpopulation) 5.2 % (Anteil an Gesamtpopulation) 0.7 % (Anteil an Gesamtpopulation)			187 Tg 371 Tg 546 Tg 722 Tg 880 Tg	Kleiner Dorfbach im Mittelland	A. Krämer	93	TG
Bachforelle, Jährlinge	Nmarkiert 176 Nmarkiert 126 Nmarkiert 23	29 % 16 % 4 %	35 % (Nt=0 506) 25 % (Nt=0 506) 5 % (Nt=0 506)		133 Tg 327 Tg 576 Tg	Gürbe, strukturarmer Bach, Breite: ϕ 10 m	M. Flück	88	BE
Bachforelle, Jährlinge, Alter: 21 Mte	Nt=0 20 bis 42 Nt=0 78 bis 100 Nt=0 35 bis 75		21-100 % 0-23 % 10 %		5 Mte 9 Mte 12 Mte	Ticino, Forellenregion	B. Polli	95	TI
Bachforelle, Alter: 2+	Nt=0 3571 / Nt<24Mte 173			5 %	< 24 Mte	Rhein	J. Walter	86	SH
Bachforelle, fangfähig, 30 cm	Ngemeldet 0 Ngemeldet 1 Ngemeldet 69 Ngemeldet 3			0 % 1.0 % 13.8 % 6.0 %	<1 J. <1 J. <1 J. <1 J.	Wölflinswilerbach Erzbach Rhein bei Koblenz Wissenbach, Boswil	R. Gmünder, H. Minder, A. Peter	00	AG
Bachforelle, fangfähig, Besatzjahr: 1987	Ngemeldet 167			55.7 % 56.0 %	\leq 12 Mte > 12 Mte	Luzerner Reuss Äschen-Barben- region	J. Muggli	88	LU
Bachforelle, fangfähig, Besatzjahr: 1988	Ngemeldet 198			66 % 67 %	\leq 4.5 Mte > 4.5 Mte				

Fischart Besatzalter bzw. -grösse	Absolute Zahlen als Grundlage für die relativen Angaben	Erfolgskontrolle Anteil am Jahrgang (wo markiert: Anteil an der Gesamtpopulation)	Erfolgskontrolle Überlebensrate in Prozent	Erfolgskontrolle Rückmeldungen markierter Tiere durch Fischer. Besatzwert = Anteil der gefangenen Fische am Besatz	Zeitspanne zwischen Besatz und Erfolgskontrollen	Gewässertyp	Autoren	Abschlussjahr des Berichts	Kanton, Institution
Felche, Brütlinge				Besatzwert: 0.2-0.6 %		Seen des Schweizer Mittellandes	R. Müller, B. Mbwene- mo, J. Meng	95	EAWAG
Felche, Vorsommerlinge				Besatzwert: 4 % Resultate unter der Annahme, dass die natürliche Verjüngung im eutrophen See nicht funktioniert					
Felche, Sommerlinge	Nmarkiert 636		Fang der Berufsfischer systematisch untersucht: 10 %		> 1 J.	Sarnersee	J. Meng, R. Müller, W. Geiger	86	EAWAG
Felche, fangfähig	Ngemeldet 96			>17 %	< 1 J.	Untersee	K. Egloff	99	TG
Hecht, Sommerlinge	Ngemeldet 1 Ngemeldet 1 Ngemeldet 5 Ngemeldet 8 Ngemeldet 12 Ngemeldet 21			0.4 % 0.4 % 1.3 % 2.0 % 2.2 % 6.0 %	< 2 J. < 2 J. < 2 J. < 2 J. < 2 J. < 2 J.	Limmat Rhein Rhein Aare Aare Aare	R. Gmünder, H. Minder, A. Peter	00	AG
Hecht, Sommerlinge				Besatzwert: 8 % Besatzwert: 5.2 % Besatzwert: 4 % Besatzwert: 1.06 % Besatzwert: 6.3 %		Vierwaldstättersee Thunersee Bielersee Brienzersee Sarnersee	R. Müller	90	EAWAG

Fischart Besatzalter bzw. -grösse	Absolute Zahlen als Grundlage für die relativen Angaben	Erfolgskontrolle Anteil am Jahrgang (wo markiert: Anteil an der Gesamtpopulation)	Erfolgskontrolle Überlebensrate in Prozent	Erfolgskontrolle Rückmeldungen markierter Tiere durch Fischer. Besatzwert = Anteil der gefangenen Fische am Besatz	Zeitspanne zwischen Besatz und Erfolgskontrollen	Gewässertyp	Autoren	Abschlussjahr des Berichts	Kanton, Institution
Lachs, Vorsommerlinge	Ngefangen 233		9 %		3.5 Mte	St. Albenteich	Fischerei- aufsicht BS, BUWAL	97	BS
Seeforelle, Sömmmerlinge				Besatzwert: 0.72 % Besatzwert: 0.72 % Besatzwert: 1.24 %		Seen des Schweizer Mittellandes	R. Müller	90	EAWAG
Zugerrötel, Brütlinge				Besatzwert: 0.41 %		Zugersee	Ch. Ruhlé	76	ZG
Zugerrötel, Vorsommerlinge				Besatzwert: 2.69 %					
Zugerrötel, Jährlinge	Nwiedergefangen 100 bis 80			8.5 – 20.5 %					

Bemerkung: Die Arbeit bietet entsprechend der Recherche ein Sammelsurium an verschiedenartigen Resultaten. Der Überblick ist jedoch umfangreich und widerspiegelt einen Grossteil der bis Mitte Jahr 2001 existierenden Zahlen in der Schweiz. Die Tabelle fasst die Resultate zusammen. Ein direkter Vergleich ist nicht möglich: Jedes Experiment hat eine andere Ausgangslage und andere Umstände, welche die Resultate beeinflusst haben. Die Autoren haben mögliche Einflüsse verschieden gewichtet oder gar nicht in Betracht gezogen. Zudem liefern die angewandten Methoden der Erfolgskontrolle den Autoren nicht immer verlässliche Zahlen. Alle Experimente mit Betrachtungen über die Zeit zeigen, dass der Anteil der Besatzfische stetig zugunsten der wilden Artgenossen abnimmt.

8 Literaturverzeichnis

- Barandun, J. 1988. Biologische Untersuchung der Forellenbewirtschaftung in Appenzell Ausserrhoden. Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Ausserrhoden.
- Barandun, J. 1997. Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO, Teilbericht Alpsteinseen. Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- Barandun, J. und Gmünder, R. 1997. Innerrhoder Fischereikonzept IFIKO, Teilbericht Fließgewässer. Fischereiverwaltung des Kantons Appenzell Innerrhoden.
- Büttiker, B. 2000. La truite (*Salmo trutta L.*) du Flon de Carrouge (Suisse), Analyse de la population. Fischereiverwaltung des Kantons Waadt.
- BUWAL und BVET 1995. Richtlinie Tierschutz 4.03. BUWAL und BVET 1995.
- Diderot, D. 1999. Biologie de l'anguille, (*Anguilla anguilla*) dans le Rhin alsacien (Croissance, développement sexuel, acquisition de l'argenture). G.E.P.S. Université Paris 7.
- Egloff, K. 1996. Alizarinmarkierungen, Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Egloff, K. 1999. Felchenmarkierung mit Alcianblau im Untersee 1998, Untersuchung des Wanderverhaltens der Bodensee-Felchen vom Untersee in den Obersee. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Enzmann, P. und Senn, D. G. 1992. Wanderung der Aale und anderer Süßwasserfische. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel 102 (2): 371 – 376.
- Fischereiaufsicht Basel-Stadt, BUWAL 1997. Monitoring der Junglachse im St. Albenteich/BS. Fischereiverwaltung des Kantons Basel-Stadt.
- Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen und Hertig, A. 2000. Die Äschenpopulation im Linthkanal: Untersuchungen zur Reproduktionsbiologie mit besonderer Berücksichtigung der Lebensraumnutzung der Äschenlarven, Zwischenbericht 1999 zur Dissertation.
- Fischereiverwaltung des Kantons Zürich. Bewirtschaftungskonzept 1994 bis 2002. Fischereiverwaltung des Kantons Zürich.
- Flück, M. 1988. Besatzversuch in der Gürbe. Fischereiverwaltung des Kantons Bern.
- Flück, M. 1995. Zusatzbesatz in der Unteren. Fischereiverwaltung des Kantons Bern.
- Friedl, C. 1996. Populationsdynamik und Reproduktionsbiologie der Bachforelle (*Salmo trutta fario L.*) in einem hochalpinen Fließgewässer. Dissertation ETHZ, Nr. 11624.
- Gerster, St. und Rey P. 1995. Fischökologische Untersuchungen an der Melezza – Schlussbericht über die Untersuchungen der Jahre 1992 – 1994. Fischereiverwaltung des Kantons Tessin.

- Gmünder, R., Minder, H. und Peter, A. 2000. Aargau: Besatzversuche mit Forellen und Hechten (ca. 30 cm). Fischereiverwaltung des Kantons Aargau.
- Guthruf, J. 1996. Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes. Dissertation ETHZ, Nr. 11720.
- Guthruf, J. und Guthruf-Seiler, K. 1999. Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Äsche in der Luzerner Reuss, 1. Zwischenbericht. Fischereiverwaltung des Kantons Luzern.
- Hammer, S. A. and Blankenship, H. L. 2001. Cost Comparison of Marks, Tags and Mark-with-Tag Combinations Used in Salmonid Research. North American Journal of Aquaculture 63: 171 – 178.
- Huber-Gysi, M. E. 1998. Untersuchungen über die Raumnutzung und Populationsdynamik der Nase (*Chondrostoma nasus* L.) als Grundlagen für den Artenschutz. Dissertation Uni Bern.
- Krämer, A. 1989. Einfluss der Besatzdichte auf das Überleben der Besatzfische. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Krämer, A. 1988. Besatzexperimente 1986/1987 mit Bachforellensömmerlingen unterschiedlicher Herkunft und Aufzuchtbedingungen. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Krämer, A. 1993. Besatzversuche mit Bachforellen unterschiedlicher Herkunft. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Krämer, A., Ruhlé, Ch. und Kugler, M. 1996. Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Kugler, M., Ruhlé, Ch. und Uni Konstanz 1999. Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Mears, H. C. and Hatch, R. W. 1976. Overwinter survival of fingerling brook trout with single and multiple fin clips. Transactions of the American Fisheries Society 6.
- Meng, H. J., Müller, R. und Geiger, W. 1986. Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags. Archiv für Hydrobiologie; Ergebnisse der Limnologie 22: 319 – 325.
- Muggli, J. 1988. Markierungsexperiment mit fangreifen Forellen in der Reuss, Luzern. Fischereiverwaltung des Kantons Luzern.
- Müller, R. 1990. Management practices for lake fisheries in Switzerland. Management of Freshwater Fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May – 3 June 1988. Pudoc. Wageningen: 477 – 492.
- Müller, R., Mbwememo, B. M. und Meng, H. J. 1995. Die Felchenfischerei in einigen Seen der Zentralschweiz und des Mittellandes. BUWAL, Mitteilungen zur Fischerei Nr. 55: 109 – 128.
- Nicola, S. J. and Cordone, A. J. 1973. Effects of fin removal and survival and growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in a natural environment. Transactions of the American Fisheries Society 102: 753 – 758.
- Nielsen, L. A. 1992. Methods of marking fish and shellfish. American Fisheries Society. Special Publication 23.

- Parker, N. C., Giorgi, A. E., Heidinger, R. C., Jester, Jr., D. B., Prince, E. D. and Winans, G. A. 1990. Fish-marking techniques. American Fisheries Society Symposium 7.
- Peter, A. und Erb, M. 1996. Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fliessgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei. BUWAL, Mitteilung zur Fischerei Nr. 58: 49 – 73.
- Peter, A. und Ruhlé, Ch. 1995. Unterlagen zum Fischmarkierkurs 1995.
- PMFC – Pacific Marine Fisheries Commission 1992. Mass-marking anadromous salmonids: techniques, options, and compatibility with the coded-wire tag system. Pacific State Marine Fisheries Commission, Portland, Oregon.
- Polli, B. 1995. Esperimento con immissione di individui 1+ marcati di trota fario nel fiume Ticino in Valle Bedretto e in Alta Leventina. Fischereiverwaltung des Kantons Tessin.
- Roth, H. 1976. Gutachten über die fischereiliche Nutzung der Birs in der Gemeinde Pfeffingen und in der Strecke vom eingehauenen Stein oberhalb des Duggingerwuhrs bis zur Nepomuckbrücke in Dornach. Fischereiverwaltung des Kantons Solothurn.
- Ruhlé, Ch. 1976. Die Bewirtschaftung des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus salvelinus* L.) im Zugersee. Dissertation ETHZ, Nr. 5809.
- Ruhlé, Ch. und Kugler, M. 1996. Relation künstliche / natürliche Erbrütung Albeli und Blalig (Walensee). Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Ruhlé, Ch. und Kugler, M. 1998. Relation künstliche / natürliche Erbrütung Felchen. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Ruhlé, Ch. und Peter, A. 1997. Wanderverhalten der Seeforelle, Rhein Reichenau. Fischereiverwaltung des Kantons St. Gallen.
- Stott, B. 1968. Marking and tagging. Methods for assessment of fish production in fresh waters, 2nd edition: 78 – 92. International Biological Programme (London). Blackwell.
- Vicentini, H. 1998. Äschenbesatz im Hochrhein bei Stein am Rhein, Erfolgskontrolle. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Vicentini, H. 1998. Erfolgskontrolle des Äschenbesatzes 1998 im Rhein (Stein bis Rüdlingen), Zwischenbericht. Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau.
- Walter, J. 1986. Besatzversuch mit markierten Forellen im Rhein. Fischereiverwaltung des Kantons Schaffhausen.
- Zika, U. 1995. Totholz als Strukturelement in Fliessgewässern. Diplomarbeit, Bibliothek der EAWAG in Dübendorf ZH.

Mitteilungen zur Fischerei - Informations concernant la pêche (Bezugsquelle BUWAL / Commande OFEFP)

- Nr. 63 Fischfangrückgang in schweizerischen Fliessgewässern. 1999. 29 S.
Baisse des captures de poisson dans les cours d'eau suisses.
- Nr. 64 Schutzkonzept des Apron (Zingel asper): Bestandesaufnahme im Doubs. 1999. 43 S.
Concept de protection de l'apron (Zingel asper): recensement des effectifs dans le Doubs.
- Nr. 65 Verbreitung der Flusskrebse in der Schweiz. 1999. 41 S.
Atlas de distribution des écrevisses en Suisse.
- Nr. 66 Fortbildungskurs für Fischereiaufseher vom 26. bis 28. August 1998 in Landquart (GR). 2000. 52 S.
Cours de perfectionnement pour gardes-pêche du 26 au 28 août 1998 à Landquart (GR).
Corso federale di perfezionamento per guardapesca dal 26 al 28 agosto 1998 a Landquart (GR).
- Nr. 67 Monitoring der Nase (Chondrostoma nasus) in der Schweiz. 2000. 18 S + Anhänge.
Monitoring du nase (Chondrostoma nasus) en Suisse.
- Nr. 68 Fortbildungskurs für Fischereiaufseher vom 30. August bis 1. September 2000 in Jongny/Vevey (VD). 2001. 131 S.
Cours de perfectionnement pour gardes-pêche du 30 août au 1er septembre 2000 à Jongny/Vevey (VD).
Corso federale di perfezionamento per guardapesca dal 30 agosto al 1° settembre 2000 a Jongny/Vevey (VD).
- Nr. 69 Bestandesentwicklung des Aals (*Anguilla anguilla*) im Hochrhein. 2001.
- Nr. 70 Äschenpopulationen von nationaler Bedeutung / Populations d'ombres d'importance nationale / Popolazioni di temoli d'importanza nazionale. 2002.

Schriftenreihe Umwelt: Fischerei - Cahier de l'environnement: pêche (Bezugsquelle BUWAL / Commande OFEFP)

- Nr. 236 Besatzversuche mit ostasiatischen pflanzenfressenden Fischarten
in der Schweiz. 1995. 75 S.
- Nr. 242 Kormoran und Fische - Synthesebericht. 1995. 94 S.
Cormoran et poissons - rapport de synthèse.
- Nr. 258 Rückkehr der Lachse in Wiese, Birs und Ergolz. 1996. 102 S.