

Staub, E. und St. Gerster, 1992.

Fischpassanlagen der Hochrheinkraftwerke: Aufstiegskontrollen 1985/86 und Vergleich mit früheren Erhebungen.

BUWAL, Schriftenreihe Fischerei Nr. 48, 109 S.

Bezugsadresse: BUWAL, Dokumentationsdienst, CH-3003 Bern, Switzerland

Zusammenfassung

Vor dem Kraftwerksbau am Hochrhein begrenzten natürliche Hindernisse die Verbreitungsgebiete der Fische: Der zur Laichzeit vom Meer aufsteigende Maifisch gelangte bis zu den Stromschnellen bei Laufenburg, der Lachs erreichte auf dem Weg zu seinen Laichplätzen das Rheinfeldbecken, die Laichzüge der Nasen führten aus dem Rhein in verschiedene Rheinzuflüsse und dort bis zu natürlichen Aufstiegsbarrieren. Heute stehen zwischen Bodensee und Basel 11 Kraftwerkstufen. Sie sind mit insgesamt 15 Fischpassanlagen ausgerüstet, um den freien Fischzug im Hochrhein zu ermöglichen.

Bei 9 der 11 Kraftwerke wurden 1985/86 während 5 - 12 Monaten in insgesamt 12 Fischpässen Aufstiegskontrollen durchgeführt. Diese hatten zum Ziel, die Funktionstüchtigkeit der durchwegs als Beckenpässe gebauten Fischaufstiegshilfen zu prüfen, Unterschiede zwischen den einzelnen Fischtreppe festzustellen und Ursachen dafür zu finden, die Resultate mit früheren Aufstiegszählungen zu vergleichen und nicht zuletzt einen weiteren Anhaltspunkt zur Zusammensetzung und Dichte der Fischbestände im Hochrhein zu erhalten.

Die Aufstiegskontrollen erfolgten während eines ganzen Jahreszyklus, in der Zeit vom 1. Mai 1985 bis zum 30. April 1986. Die aufsteigenden Fische wurden bei allen Kraftwerken im obersten Teil der Fischtreppe mittels Reusen (Maschenweiten ca. 15 mm) gefangen, gezählt, artmässig bestimmt und ins Oberwasser ausgesetzt. Erfasst wurden 13 Fischarten sowie eine Kategorie "übrige". Die Kontrollreusen wurden im Sommer jeweils täglich, im Winter alle 2 bis 3 Tage geleert. Die Anzahl Kontrolltage an den 12 Fischpässen variierte zwischen 146 (zwei im Winter nicht erfasste Fischpässe) und 257; insgesamt wurden 2'470 Kontrolltage erfasst.

Zusätzlich wurden die Strömungsverhältnisse in den Fischpässen untersucht (Messung von Fliessgeschwindigkeiten, Einfärbung des Wassers) und weitere Parameter (Abflussmengen, Wassertemperatur, Luftdruck, Globalstrahlung u.a.) betrachtet, um die Funktionstüchtigkeit der Fischpässe beziehungsweise die Ursächlichkeit der Aufstiegsfrequenzen zu beurteilen.

Die Resultate der Aufstiegskontrollen 1985/86 zeigten, dass grosse Unterschiede zwischen schwach und stark benutzten Fischtreppe bestehen. So konnten in der Fischtreppe bei Eglisau während der ganzen Untersuchungsdauer nur 246 aufgestiegene Fische gezählt werden, im Gegensatz zu Augst-Wyhlen mit 24'385 Fischen. Die Reihenfolge der am häufigsten in den Reusen gefundenen Fische sieht folgendermassen aus: Rotaugen > Barbe > Laube > Aal > Barsch. Daneben wurden Brachsen, Alet, Nase, Bach-/Flussforelle, Regenbogenforelle, Schleie, Zander, Äsche, Hecht (in abnehmender Reihenfolge) und einzelne andere Arten erfasst. Die höchsten Tagesaufstiege lagen bei 1'940 Fischen für Augst-Wyhlen, 976 für Ryburg-Schwörstadt, 596 für Reckingen (BRD-Ufer) und 466 für Albrück-Dogern (Wehr). Die meisten Kraftwerke von Laufenburg bis Basel erreichten eine grössere Diversität und Artenzahl als diejenigen von Schaffhausen bis Albrück-Dogern. Bei den untersten vier Kraftwerken zeigten sowohl zwei strömungsliebende Arten, Nase und Alet, als auch zwei Vertreter einer langsam fliessenden Flusslandschaft, Rotaugen und Brachsen, die grössten Aufstiegszahlen. Extrembeispiele für eine geringe Vielfalt der aufgestiegenen Fischarten sind Albrück-Dogern (Wehr), wo von 5'758 Fischen 5'757 Barben waren, oder Albrück-Dogern (Maschinenhaus), wo von 1'153 Fischen 1'033 Aale waren.

Der Verlauf des gesamten Fischaufstieges im Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) zeigte markante Wechsel. Die Spitze Ende Mai/Anfang Juni wurde bestimmt durch Barbe und Rotaugen. Sie kann als Wanderung aus dem Winterquartier und als Laichwanderung betrachtet werden. Die Aale erschienen erst im Juli in grösserem Ausmass und stiegen bis anfangs August auf. Die erhöhten Aufstiegsfrequenzen im Herbst gingen einher mit der Abnahme der Wassertemperatur und der Wasserführung; es handelte sich vor allem um Rotaugen sowie in geringerer Masse um Barben, die zu diesem Zeitpunkt vermutlich ihre Winterstände aufsuchten.

Der Fischaufstieg des Winterhalbjahres (November bis April) betrug weniger als 1 % des Gesamtaufstieges. Es handelte sich dabei fast ausschliesslich um Forellen, die einen Viertel des Jahresaufstieges im Winter mit einer Spitze im November (Laichwanderung) aufwiesen; eine Offenhaltung der

Fischpässe auch in den Wintermonaten ist deshalb zumindest für die Forellen von gewisser Bedeutung.

Der Vergleich der Aufstiegskontrollen 1985/86 mit früheren Aufstiegskontrollen zeigt, dass die Fischzahlen, welche die Fischtreppe in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts passierten, grösser waren und dass sich die dominierenden Arten verschoben haben. Das weitgehende Fehlen der Nasen im Aufstieg von 1985/86 weist exemplarisch auf die Tatsache hin, dass die kraftwerkbedingten Veränderungen des Hochrheins (Strömung, Geschiebetrieb, Gerinnebettstruktur usw.) einen massiven Einfluss auf die Fischpopulationen des Hochrheins ausübten. Das Ausmass dieser Veränderungen ist bedeutend grösser, als dies ehemalige Prognosen vorausgesagt hatten.

Die Überprüfung verschiedener Einflussgrössen für den Fischaufstieg (technische Gegebenheiten der Fischtreppe, Umweltfaktoren, Fischangebot im Unterwasser usw.) zeigte erwartungsgemäss keine eindeutigen monokausalen Zusammenhänge. Auch Erklärungsversuche des Aufstiegsverhaltens mit multivariaten Ansätzen ergaben nur unbefriedigende Resultate.

Generell konnte jedoch gezeigt werden, dass die Erhöhung der Wassertemperatur im Frühjahr einen erhöhten Fischaufstieg zur Folge hatte. Die positive Korrelation von Wassertemperatur (und auch Wassertemperaturänderung) und Fischaufstieg entspricht den Erwartungen aufgrund der höheren biologischen Aktivität der Fische bei höherer Temperatur (= Ursächlichkeiten), geht aber auch einher mit der Temperaturabhängigkeit der biologischen Zyklen des Laichverhaltens und des Aufsuchens von Winterständen (= Parallelitäten). Ein zweiter wichtiger Einflussfaktor war die Abflussmenge, die insbesondere dort die Aufstiegsfrequenzen beeinflusst, wo bei Niedrigwasserstand die Auffindbarkeit und Durchwanderbarkeit der Fischtreppe nicht oder nur ungenügend gewährleistet ist (z.B. fehlende Lockströmung bei fehlendem Wehrüberfall). Der Vergleich von Fischpasskontrollen verschiedener Jahre und den dabei herrschenden Temperatur- und Abflussverhältnissen zeigte deutlich, dass frühere Aussagen, der Fischaufstieg würde bei einer Wassertemperatur von 13 °C beginnen, relativiert werden müssen. Der Beginn (und die Intensität) von vermehrten Fischtreppe-Passagen ist somit weniger eine temperaturbedingte Grösse, sondern eine Funktion von endogen fixierten Wanderbedürfnissen der einzelnen Fischarten, wobei verschiedene Umweltstimuli (Wassertemperatur, Tageslänge usw.) diese Wanderbedürfnisse auslösen können.

Die Färbeversuche in den Fischtreppe, die bei Niedrig- und Hochwasserstand durchgeführt wurden, erbrachten beim Fischpasseinstieg sehr unterschiedliche Einmischungssituationen zwischen Fischtreppe- und übrigen Rheinwasser. Der Einfluss der Lockströmungen - und auch der Strömungsverhältnisse im Fischpass selber - scheint für die Funktionstüchtigkeit eines Fischpasses sehr wichtig zu sein, konnte jedoch hier nicht im Detail abgeklärt werden.

Nicht zuletzt stellt der Fischaufstieg einen Teil des Fischangebots im betrachteten Fliessgewässerabschnitt dar. So wurden Vergleiche der Aufstiegszahlen mit den Fangzahlen angestellt. Schwerpunktmässig hat sich gezeigt, dass Barben im Aufstieg wesentlich stärker vertreten waren als im Fang, während für Forellen und Äschen das Gegenteil zutrifft. Die diesbezüglichen Resultate waren jedoch bei den einzelnen Fischtreppe recht unterschiedlich, was einerseits auf die unterschiedliche Funktionstüchtigkeit der einzelnen Fischtreppe für verschiedene Fischarten hinweist, andererseits aber auch eine Folge des Wanderbedürfnisses einzelner Fischarten in den einzelnen Staustufen sein kann (Absättigung der Biotopansprüche der Fische). Für den gesamten Hochrhein entsprach die Zahl aufgestiegener Fische (76'380) bei Berücksichtigung der Erfassungsmängel (zwei Staustufen nicht erfasst, teilweise kein ganzes Jahr kontrolliert usw.) etwa der Fangzahl der Angler (136'155; Mittelwert der Fangjahre 1985 und 1986 auf dem Abschnitt Schaffhausen bis Kembs).

Für Kraftwerke mit schlecht funktionierenden Fischtreppe sind ergänzende technische Detailabklärungen notwendig, um allfällige Schwachpunkte zu identifizieren und Sanierungsvorschläge auszuarbeiten.

**Ouvrages de franchissement sur le Haut-Rhin:
Contrôle du passage des poissons 1985/86 et comparaison avec des résultats des
contrôles précédents.**

Résumé

Avant la construction des centrales hydroélectriques sur le Haut-Rhin, seuls des obstacles naturels limitaient la distribution du poisson: pour frayer, l'aloise remontait le Rhin jusqu'aux rapides de Laufenburg; le saumon atteignait les chutes du Rhin et la migration du nase s'étendait jusque dans les affluents du Rhin où, finalement, des barrières naturelles interrompaient sa progression. Aujourd'hui 11 paliers hydroélectriques existent entre le lac de Constance et Bâle. Afin de permettre la libre circulation du poisson dans le Haut-Rhin, ces installations sont équipées de 15 ouvrages de franchissement (passes à poissons).

Des contrôles relatifs à l'efficacité du franchissement ont été effectués pendant 5 à 12 mois (1985/86) sur 9 des 11 paliers hydroélectriques, ce qui représente au total 12 passes à poissons. Le but de ces opérations consistait à tester la fonctionnalité des ouvrages de franchissement, à mettre en évidence des différences entre installations et la cause de ces différences, à comparer les résultats avec les comptages antérieurs et, point important, à obtenir de précieuses informations quant à la composition et la densité des cheptels piscicoles dans le Haut-Rhin.

Les contrôles se sont déroulés sur un cycle annuel, du 1 mai 1985 au 30 avril 1986. Les poissons qui remontaient par l'ouvrage de franchissement étaient capturés dans la partie supérieure de la passe à l'aide de nasse (maille d'environ 15 mm). Après comptage et détermination, les individus étaient relâchés en amont. 13 espèces de poissons ainsi qu'une catégorie "autres" ont ainsi pu être mises en évidence. Le contenu des nasses était recensé journalièrement en été et environ tous les 2 à 3 jours pendant la période hivernale. Le nombre de jours de contrôle pour les 12 passes était compris entre 146 (2 passes non contrôlées en hiver) et 257; au total des relevés ont été effectués pendant 2'470 jours.

De plus, les caractéristiques d'écoulement à l'intérieur des bassins (mesure directe de la vitesse, coloration de l'eau) ainsi que d'autres paramètres ont été mesurés (débit, température de l'eau, pression atmosphérique, ensoleillement global, etc.). Ces informations ont été récoltées dans le but d'évaluer la fonctionnalité des ouvrages de franchissement et de déterminer la cause des différences de fréquentation observée.

Les résultats des contrôles du passage des poissons en 1985/86 ont mis en évidence de grandes différences entre les passes à poissons: celle du barrage d'Eglisau, par exemple, a présenté une fréquentation de seulement 246 individus pendant toute la période d'investigation; celle d'Augst-Wyhlen, par contre, de 24'385 individus. Globalement, les espèces de poissons capturées dans les nasses étaient réparties quantitativement de la manière suivante: gardon > barbeau > ablette > anguille > perche. Accessoirement les espèces suivantes ont également pu être mises en évidence (agencées de manière décroissante): brème, chevaine, nase, truite de rivière et truite lacustre, truite arc en ciel, tanche, sandre, ombre, brochet et quelques autres espèces. Les nombres de passages journaliers les plus importants furent: 1'940 poissons pour Augst-Wyhlen, 976 pour Ryburg-Schwörstadt, 596 pour Reckingen (rive allemande) et 466 pour Albbuck-Dogern (barrage). La plupart des centrales hydroélectriques situées entre Laufenburg et Bâle présentait une diversité et une richesse faunistique plus élevées que celles situées entre Schaffhouse et Albbuck-Dogern. Dans le cas des 4 centrales les plus à l'aval, deux espèces rhéophiles (nase et chevaine) ainsi que deux espèces caractéristiques de zones plus lenticques (gardon et brème) constituaient le plus grand nombre de passage. Certaines passes ne furent fréquentées que par un nombre d'espèces extrêmement restreint comme dans le cas d'Albbuck-Dogern où, à la hauteur du barrage, sur 5'758 poissons, 5'757 d'entre eux étaient des barbeaux et, à la hauteur de la centrale, sur 1'153 poissons, 1'033 étaient des anguilles.

Pendant la saison estivale (mai à octobre), l'évolution chronologique du total des remontées présentait des fluctuations importantes. La pointe de fréquentation observée à la fin mai/début juin était essentiellement composée de barbeaux et de gardons, ce qui traduit la migration depuis les quartiers d'hiver et le déplacement sur les frayères. Les anguilles ne sont apparues massivement qu'à partir du mois de juin et se retrouvaient dans les passes jusqu'au début du mois d'août. La fréquence élevée des passages enregistrés en automne coïncidait avec la diminution des températures et des débits; il s'agissait essentiellement de gardons ainsi que, dans une faible proportion, de barbeaux qui recherchaient probablement leurs aires d'hivernation.

Les passages observés pendant la période hivernale (novembre à avril) représentaient moins de 1 % du nombre total des passages. Il s'agissait essentiellement de truites, dont le quart de la migration annuelle s'effectue pendant cette période (migration sur les frayères); le maintien de l'ouverture des passes en hiver est donc d'une certaine importance pour cette espèce. La comparaison des résultats enregistrés pour les années 85/86 et pour les années précédentes montre, d'une part, que le nombre de poissons qui ont utilisé les ouvrages de franchissement pendant la première partie de ce siècle, était plus élevé qu'actuellement et, d'autre part, un déplacement dans la dominance des espèces. Le manque considérable de nases en 1985/86 démontre de manière exemplaire le fait que les modifications morphologiques imputables aux paliers hydroélectriques (courant, charriage, structure du lit etc.) ont induit des impacts massifs sur la faune piscicole du Haut-Rhin. L'ampleur des dégâts semble en tous cas bien plus importante que celle pronostiquée à l'époque.

Comme prévu, l'analyse des causes susceptibles d'influencer l'efficacité du passage (caractéristiques techniques de la passe, facteurs de l'environnement, quantité de poissons à l'aval) n'a pas pu mettre en évidence un seul facteur responsable (processus monocausal). De manière générale, on peut toutefois affirmer que l'augmentation de la température de l'eau au printemps a induit une augmentation des passages. La corrélation positive enregistrée entre l'augmentation de la température (ou encore la modification de la température de l'eau) et le passage dans les passes s'explique, d'une part, par l'augmentation de l'activité biologique lors d'une augmentation de température (= causalité) et, d'autre part, par la coïncidence des cycles biologiques (migration sur les frayères et recherche des quartiers d'hiver) avec la température (= parallélisme). Le débit a également joué un rôle déterminant là où, pendant l'étiage, les conditions permettant aux poissons de trouver l'entrée de la passe et d'y transiter étaient insatisfaisantes (ex. le manque de chute implique un manque de débit d'attraction). En comparant les résultats antérieurs quant à la température de l'eau et du débit il apparaît clairement que l'affirmation selon laquelle la remontée du poisson dans les passes ne débute qu'à partir d'une température de 13 °C (par exemple doit être relativisée. Le déclenchement (et l'intensité) des passages répétés est ainsi moins une grandeur déterminée par la température, mais bien plus une fonction des besoins endogènes de migration spécifiques à chaque espèce que certains stimuli extérieurs (température de l'eau, longueur du jour, etc.) peuvent toutefois moduler.

Les expériences colorimétriques effectuées dans les passes par hautes et basses eaux ont révélé des caractéristiques de mélange très différentes à l'entrée des passes. L'influence de tels débits d'attraction - mais également du débit à l'intérieur de la passe - semble déterminante pour la fonctionnalité de l'ouvrage. Toutefois, ce point n'a pu être éclairci en détail dans le cadre de ce rapport.

Le passage dans les passes reflétait également la composition faunistique dans les tronçons de cours d'eau considérés. Il est possible de comparer le nombre de poissons transitant par les passes avec les captures issues de la pêche. Il a ainsi pu être mis en évidence que les barbeaux étaient quantitativement mieux représentés dans les nasses des passes à poissons que dans les captures issues des pêches, alors que les truites et les ombres montraient un rapport inverse. Toutefois, ces résultats étaient très variables d'une passe à l'autre. Cela pourrait s'expliquer par la fonctionnalité différentielle de chaque ouvrage. Ils pourraient également être le reflet des besoins de migration spécifiques des espèces dans chaque retenue (saturation de l'offre du milieu).

Si l'on tient compte des paliers hydroélectriques non considérés (2 retenues non suivies, partiellement pas de contrôle pendant toute l'année, etc.), on peut dire que, pour le Haut-Rhin, le nombre total de poissons ayant empruntés un ouvrage de franchissement (76'380) correspond approximativement aux captures issues de la pêche (136'155; moyenne des captures 1985 et 1986 sur le tronçon Schaffhausen-Kembs).

Pour les passes à poissons présentant une mauvaise efficacité, des études techniques supplémentaires sont nécessaires afin de découvrir leurs éventuels points faibles et d'élaborer des projets d'assainissement.

Superamento degli sbarramenti idroelettrici nell'Alto Reno: Censimento del passo di pesci 1985/86 e paragone con censimenti anteriori.

Riassunto

Prima della costruzione delle centrali idroelettriche nell'Alto Reno, i limiti dell'area di distribuzione dei pesci coincideva con ostacoli naturali: nel risalire il Reno dal mare per il periodo della fregola, l'alosa arrivava fino alle rapide di Laufenburg, il salmone fino alle cascate del Reno e il nasò risaliva fino agli ultimi ostacoli i vari affluenti del Reno. Oggi, risalendo da Basilea, prima di arrivare al Lago di Costanza, si incontrano 11 sbarramenti idroelettrici: per permettere ugualmente la migrazione dei pesci gli sbarramenti sono stati muniti in totale di 15 impianti per il passo dei pesci.

Nel 1985/86, su un periodo che varia fra 5 e 12 mesi, su 12 degli impianti di passo di 9 degli 11 sbarramenti, si è proceduto al censimento del passo dei pesci. Gli scopi erano da una parte quelli di verificare l'efficienza dei vari tipi di impianto di passo, di quantificare le differenze per quanto riguarda i passaggi e di trovarne la spiegazione, dall'altra quelli di comparare i risultati con quelli dei censimenti anteriori e, da ultimo, ma non per questo meno importante, quello di ottenere dati sulla composizione e sulla densità del patrimonio ittico nell'Alto Reno.

Il censimento si è svolto su un intero ciclo annuo, dal 1° maggio 1985 al 30 aprile 1986. Presso tutti gli sbarramenti considerati i pesci sono stati catturati mentre risalivano, grazie a nasse (larghezza delle maglie ca. 15 mm) sistemate nella parte superiore dell'impianto di passo, contati, classificati per specie e quindi lasciati liberi nel tratto a monte. Ai fini del censimento i pesci catturati sono stati suddivisi in 13 categorie di specie singole e in una categoria di "diversi". Durante il periodo estivo le nasse sono state vuotate ogni giorno, in quello invernale ogni 2-3 giorni. Nei 12 impianti di passo, il numero dei giorni in cui si sono effettuati i controlli varia da 146 (in inverno due impianti di passo non sono stati controllati) e 257 all'anno, ciò che dà un totale globale di 2470.

L'indagine ha pure tenuto conto delle condizioni di scorrimento dell'acqua negli impianti di passo (misurazione della velocità della corrente, e, mediante colorazione dell'acqua, della turbolenza) nonché di altri parametri destinati alla valutazione dell'efficienza degli impianti e alla scoperta delle ragioni delle differenze di frequenza nell'uso di detti impianti (portata dell'acqua, temperatura dell'acqua, pressione atmosferica, irraggiamento solare totale e altri).

Il censimento 1985/86 ha messo in evidenza grandi differenze nell'uso da parte dei pesci dei vari impianti di passo: nell'impianto presso Eglisau sono stati contati in tutto 246 pesci, mentre in quello di Augst-Wyhlen ben 24'385. In ordine decrescente di frequenza, nelle nasse, sono state catturate le seguenti specie di pesci: leucisco rosso > barbo > alburno > anguilla > pesce persico. Con frequenza nettamente inferiore, e sempre in ordine decrescente, sono state censite anche le seguenti specie: abramide comune, cavedano, nasò, trota fario e trota di lago, trota iridata, tinca, lucioperca, temolo, luccio e altre. I massimi per quanto concerne il numero di pesci che sono passati, in un giorno, per un tale impianto sono stati registrati a Augst-Wyhlen con 1'940, a Ryburg-Schwörstadt con 976, a Reckingen (sponda tedesca) con 596 e a Albrück-Dogern (sbarramento) con 466. Nella maggior parte degli impianti di passo situati fra Basilea e Laufenburg si è registrata una più grande ricchezza e diversità di specie che in quelli situati fra Albrück-Dogern e Sciaffusa. Nei quattro impianti di passo situati più a valle le frequenze massime di passaggio sono state registrate sia per due specie che prediligono acque correnti, il nasò e il cavedano, sia per due specie che prediligono acque più calme, il leucisco rosso e l'abramide. Esempi estremi di omogeneità delle specie ittiche si sono avuti a Albrück-Dogern (sbarramento) dove su 5'758 pesci 5'757 erano barbi e a Albrück-Dogern (centrale) dove su 1'153 pesci 1'033 erano anguille.

Nel corso del periodo estivo (da maggio a ottobre) il numero dei passaggi ha mostrato forti variazioni. Una prima punta è stata registrata fra la fine di maggio e l'inizio di giugno ed ha interessato principalmente i barbi e i leucischi rossi. Essa può essere considerata come una migrazione dai quartieri invernali verso i luoghi di fregola. Fra luglio e l'inizio di agosto sono state invece le anguille a spostarsi in gran numero. La maggiore frequenza negli spostamenti registrata in autunno può essere imputata alla diminuzione della temperatura dell'acqua e della portata; si tratta principalmente di leucischi rossi e in minor misura di barbi, che, in questo periodo, cercano probabilmente zone adatte per passare l'inverno.

I passaggi registrati nel semestre invernale (da novembre ad aprile) rappresentano meno dell'1% dei passaggi totali. Si tratta quasi esclusivamente di trote, per le quali un quarto della migrazione annuale avviene appunto in inverno, con una punta nel mese di novembre (migrazione verso i posti

di fregola); il mantenere aperti gli impianti di passo ha quindi una certa importanza, almeno per quanto riguarda le trote.

Dal confronto fra i dati raccolti durante il censimento 1985/86 e i dati dei censimenti anteriori risulta che il numero di pesci che ha utilizzato gli impianti di passo negli anni della prima metà del secolo era superiore al numero attuale e che, per quanto riguarda le specie predominanti, c'è stato un cambiamento. La quasi totale assenza di nasi nel 1985/86 è una dimostrazione esemplare del fatto che i cambiamenti morfologici dovuti all'impiantazione degli sbarramenti idroelettrici (corrente, trasporto di materiale, struttura del letto, ecc.) hanno avuto notevoli ripercussioni sulla fauna ittica dell'Alto Reno. L'ampiezza dei danni sembra comunque ben più grande di quella prevista all'epoca.

Come era prevedibile, l'analisi dei fattori che influiscono sull'efficienza degli impianti di passo (caratteristiche tecniche, fattori ambientali, quantità di pesci a valle ecc.) non ha permesso di evidenziare un unico fattore di causa, ma ha confermato la concausalità dei vari fattori.

In modo generale si è comunque potuto dimostrare che l'aumento della temperatura dell'acqua in primavera ha indotto un aumento del numero dei passaggi dei pesci. La relazione fra la temperatura dell'acqua (o anche fra le modificazioni della temperatura) e il numero dei passaggi si spiega da una parte con il fatto che a un aumento della temperatura dell'acqua corrisponde una maggiore attività biologica dei pesci (= causalità), dall'altra con il fatto che i cicli biologici, periodo di fregola e ricerca di zone per trascorrere l'inverno, dipendono dalla temperatura (= parallelismo). Un altro fattore importante è la portata del corso d'acqua: le conseguenze sulla frequenza dei passaggi sono particolarmente marcate là dove la scarsità dell'acqua non permette al pesce di individuare l'impianto di passo (p.es. assenza della corrente che attrae il pesce per mancata tracimazione oltre le chiuse) o addirittura non permette al pesce di attraversare l'impianto. Il paragone con i censimenti effettuati in altri anni, e con le condizioni di temperatura e di portata di allora, mostra chiaramente che l'affermazione, una volta ritenuta valida, secondo la quale i passaggi incominciano quando la temperatura dell'acqua raggiunge almeno 13 °C, va relativizzata. L'inizio e l'intensità degli spostamenti dei pesci non dipende dunque tanto da una determinata temperatura quanto piuttosto dall'istinto migratorio definito nel patrimonio genetico di ogni specie ittica, anche se è pur vero che le condizioni ambientali (temperatura dell'acqua, durata dell'irraggiamento solare) possono attivare l'istinto migratorio.

Le prove eseguite con colorante nei vari impianti di passo, sia con acqua alta che bassa, hanno messo in evidenza che le condizioni di corrente sono molto diverse da un impianto all'altro. Per quanto riguarda l'efficienza dell'impianto di passo sembra che le condizioni di corrente sia prima dell'impianto stesso, cioè la corrente che serve ad attirare il pesce, sia all'interno dell'impianto giochino un ruolo molto importante. Tuttavia questo aspetto non ha potuto essere sufficientemente approfondito nell'ambito del presente rapporto.

Non da ultimo il numero di passaggi attraverso gli impianti di passo dipende anche dalla fauna ittica presente nel tratto di fiume considerato. Di conseguenza si sono confrontati il numero dei passaggi con il numero delle catture. Questo confronto ha rivelato che il numero dei barbi che hanno attraversato gli impianti di passo è sensibilmente superiore al numero dei barbi catturati, mentre per le trote e i temoli è vero il contrario. Va tuttavia precisato che i risultati di questo confronto variano molto da un impianto all'altro, cosa che si potrebbe spiegare da una parte con il fatto che l'efficienza di un impianto dipende anche dalla specie ittica considerata e dall'altra che il bisogno di migrare di ogni singola specie varia anche in funzione del tratto di fiume considerato (saturazione dello spazio vitale o soddisfazione delle esigenze biologiche).

Se si tiene conto dei tratti di fiume non considerati (nel censimento sono stati tralasciati due impianti di passo e altri non sono stati controllati durante l'intero anno), per quanto riguarda l'Alto Reno, si può tuttavia affermare che il numero totale dei pesci che hanno attraversato un impianto di passo (76'380) corrisponde grosso modo al numero dei pesci catturati dai pescatori (136'155; media delle catture del 1985 e del 1986 sul tratto Schaffhausen - Kembs).

Per gli impianti di passo che presentano una scarsa efficienza, sono necessari analisi tecniche supplementari per tentare di scoprirne i difetti o i motivi della scarsa efficienza e per elaborare progetti di risanamento.