



www.boku.ac.at/hfa

BOKU - University of Natural
Resources and Applied Life Sciences
Department of Water, Atmosphere and
Environment

Die Bedeutung von Fischschutz und Fischabstieg für intakte Fischpopulationen

S. Schmutz

Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management
Department of Water, Atmosphere and Environment
BOKU - University of Natural Resources and Applied Life
Sciences, Vienna, AUSTRIA

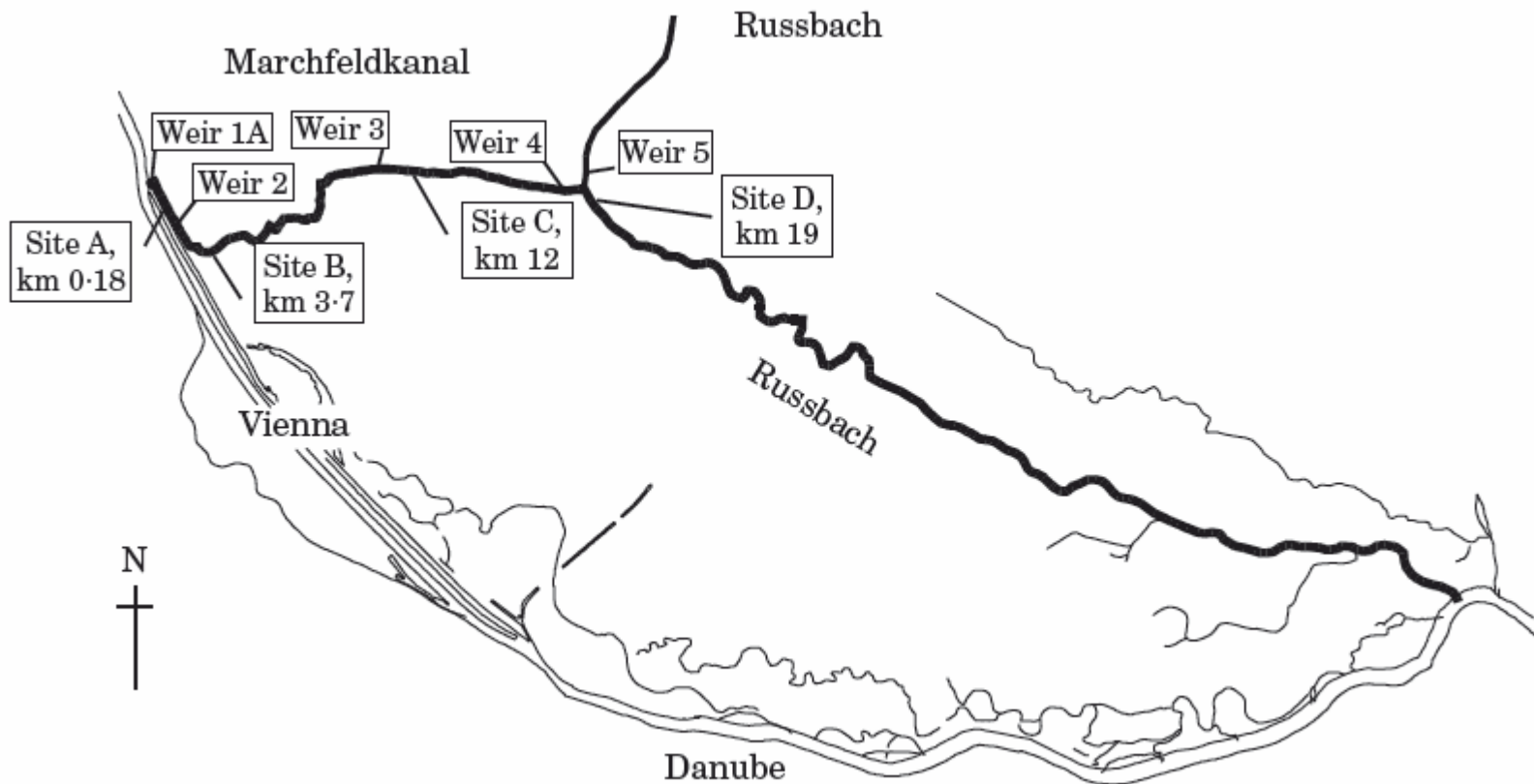
Ökologie der Fischabwanderung



- Welche Arten?
- Welche Stadien?
- Welche Rolle im Lebenszyklus?
- Welche Umweltbedingungen?
- Welches Verhalten?

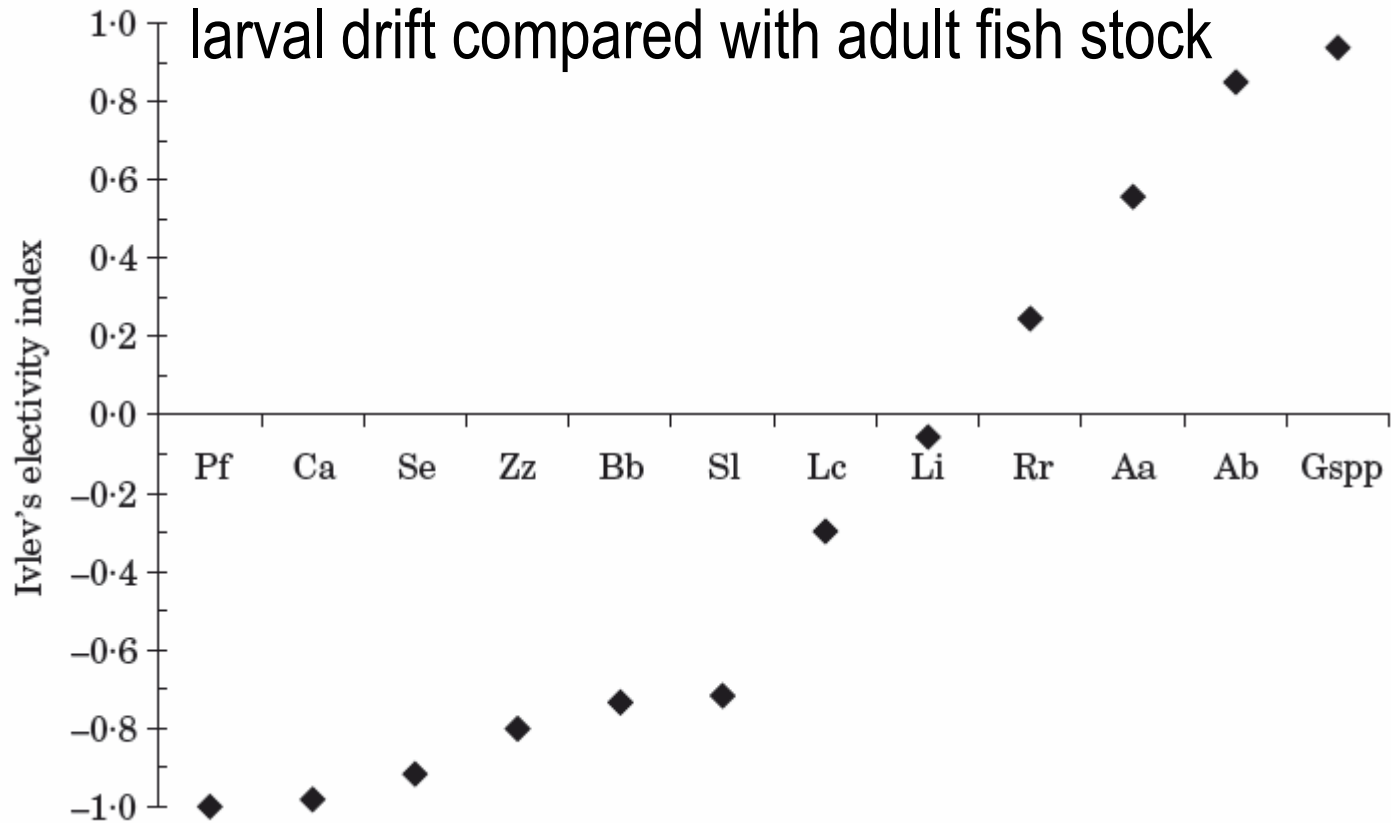
- Welche Bedeutung für Populationen und Lebensgemeinschaften?

Fallbeispiel Marchfeldkanal



Driftindex

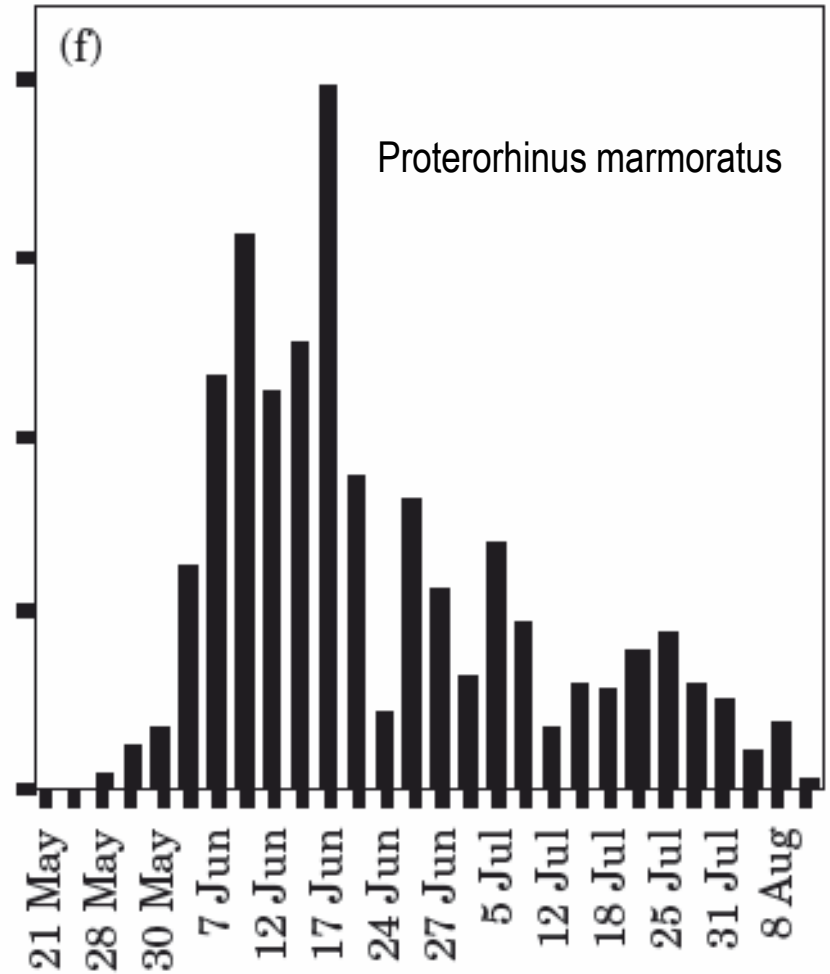
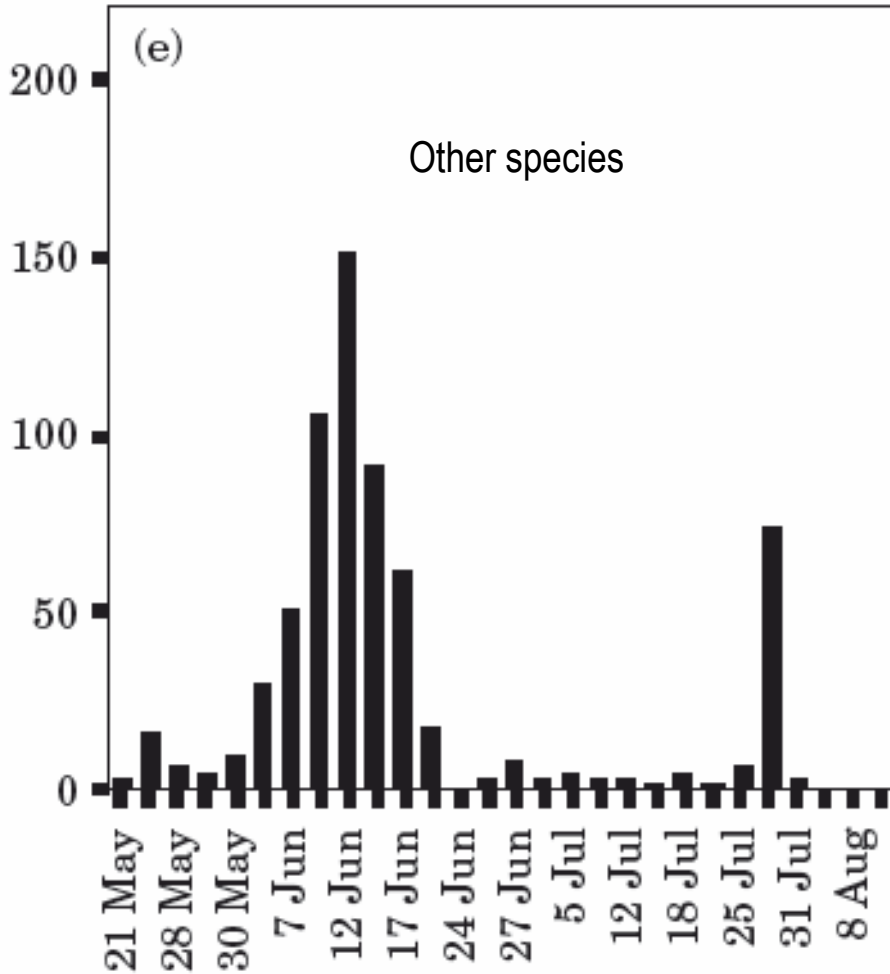
Drift index: propensity of species to drift,
larval drift compared with adult fish stock



Larval and juvenile drift stages

Species	Larval stages		Juvenile stages	Number of spawning events or continuous spawning activity
	L1–L2	L3–L6	J1–J2	
<i>Abramis brama</i>	X	X	X	3
<i>Alburnus alburnus</i>	X	X	–	3
<i>Aspius aspius</i>	–	X	X	2
<i>Barbus barbus</i>	X	X	–	Continuous
<i>Gobio</i> spp.	X	–	–	3
<i>Leuciscus cephalus</i>	X	X	–	3
<i>Leuciscus idus</i>	X	–	–	2
<i>Proterorhinus marmoratus</i>				Continuous
<i>Rutilus rutilus</i>	X	X	X	>3 to continuous

Quantity of drift



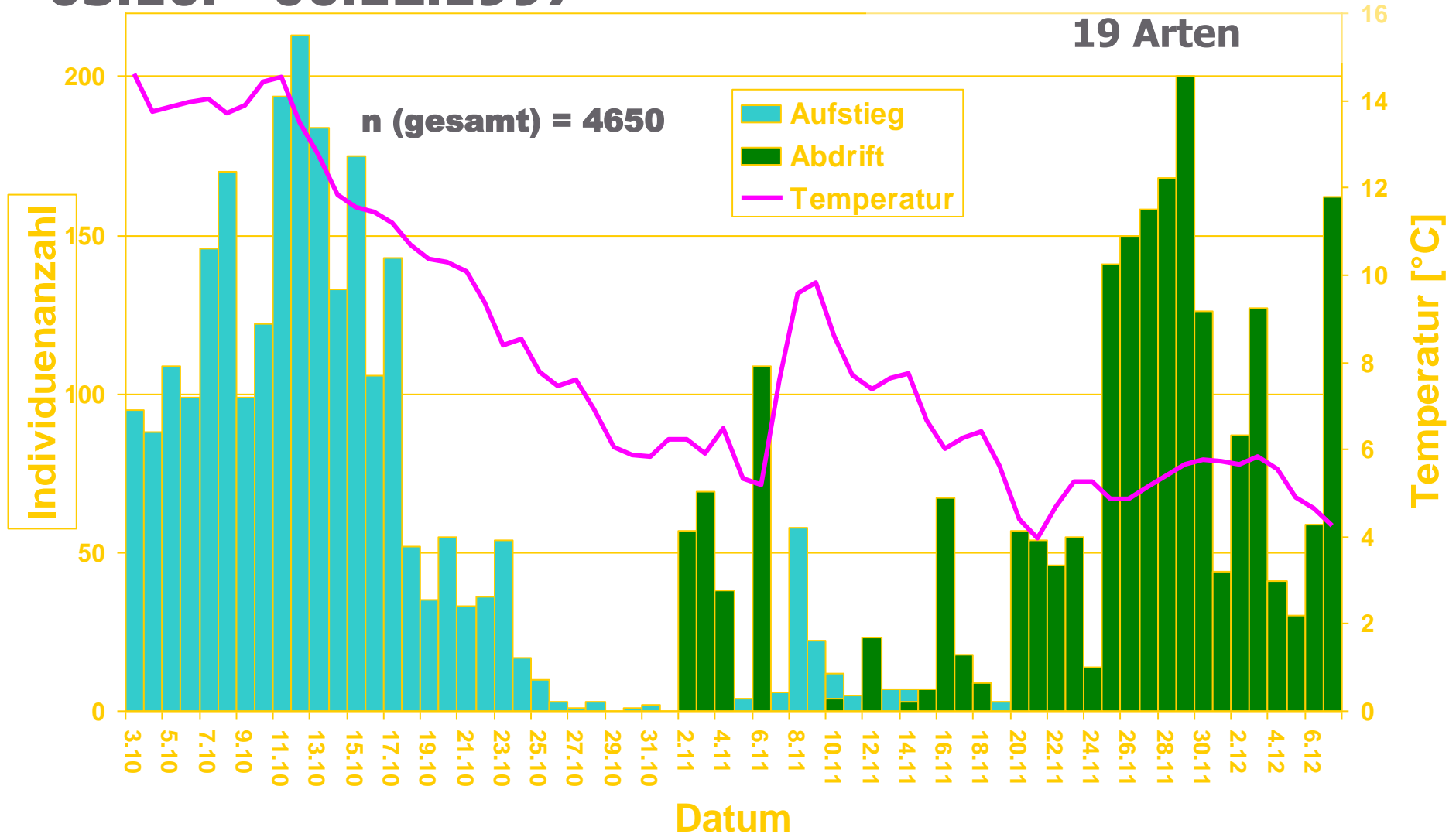
Diurnal variation of larval drift

Species	Day		Dusk		Night		Dawn		Total <i>n</i>
	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	
<i>Abramis brama</i>	47	22	5	2	45	16	3	1	41
<i>Alburnus alburnus</i>	29	80	4	11	63	153	5	13	257
<i>Aspius aspius</i>	38	3	0	0	40	5	22	2	10
<i>Barbus barbus</i>	0	0	0	0	100	12	0	0	12
Cyprinidae	18	133	5	39	67	448	10	58	678
<i>Gobio</i> spp.	8	10	5	5	83	86	4	4	105
<i>Leuciscus cephalus</i>	0	0	33	6	56	10	11	2	18
<i>Leuciscus idus</i>	9	9	5	7	64	70	22	19	105
<i>Proterorhinus marmoratus</i>	2	39	2	46	95	1612	1	23	1720
<i>Rutilus rutilus</i>	7	9	5	8	72	96	16	17	130
Total	7	305	3	124	86	2508	4	139	3076

Aufstieg bzw. Abstieg an FWH MFK

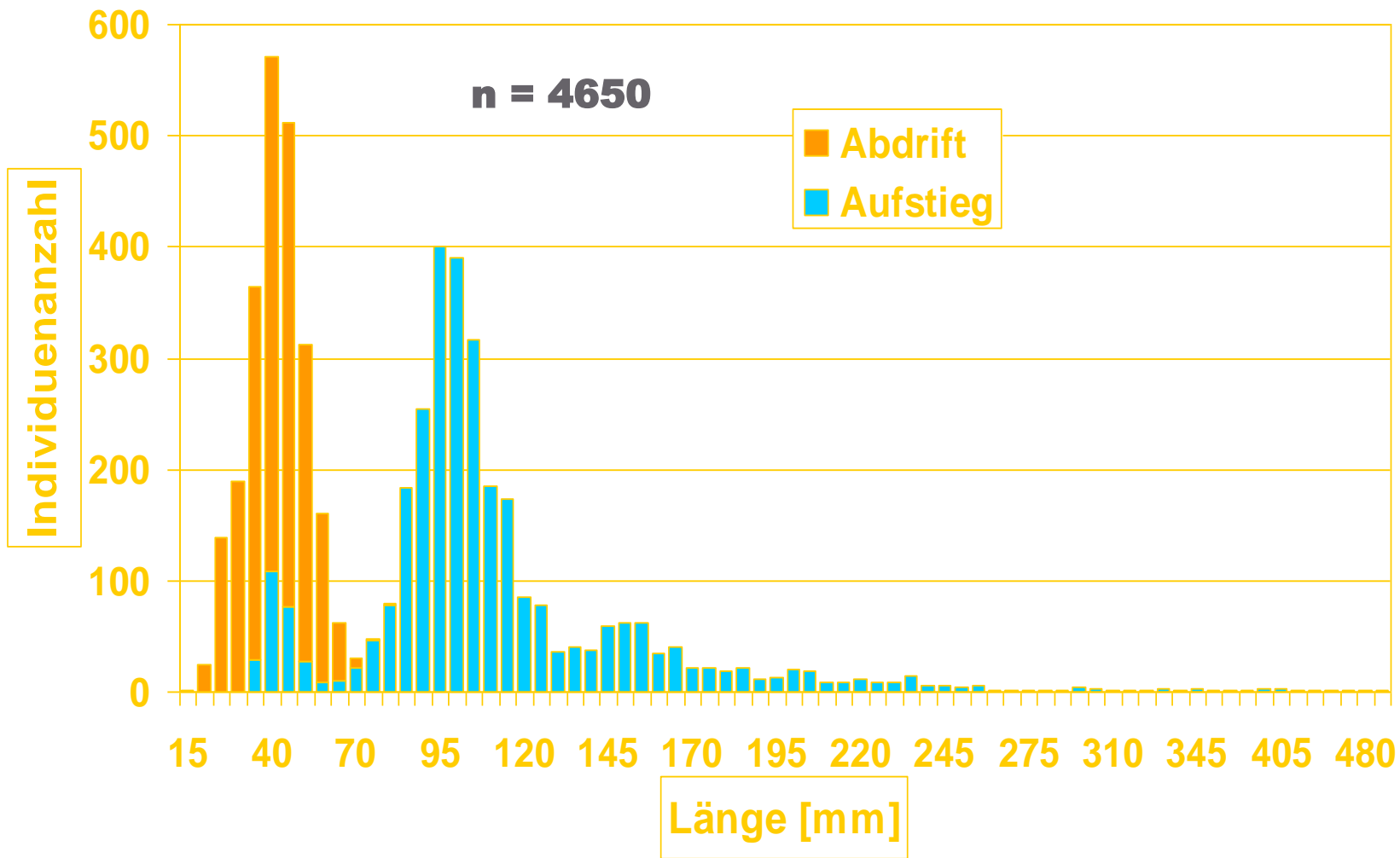
03.10. - 06.12.1997

Abstieg: 2202 Individuen



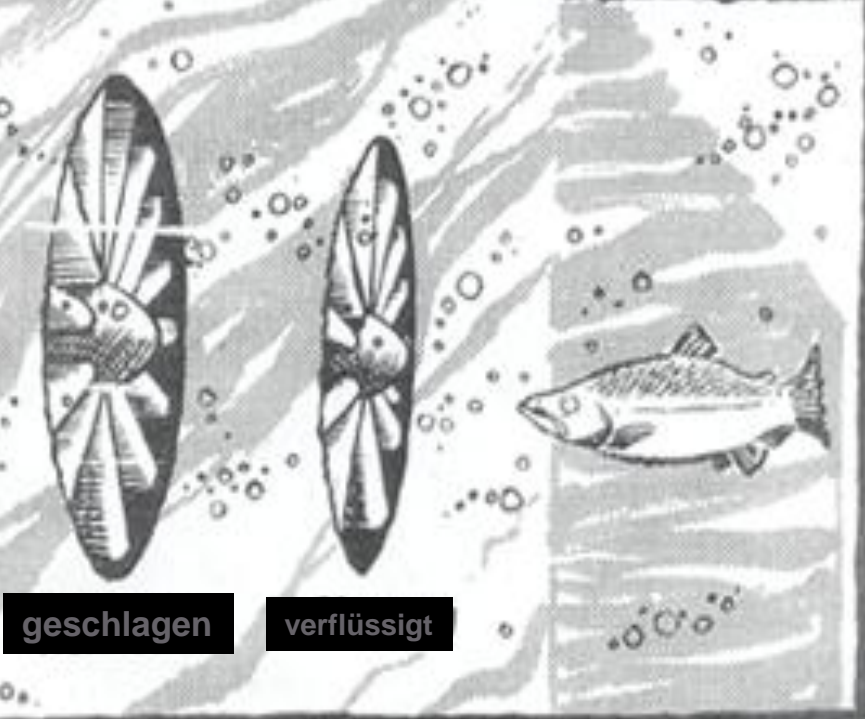
Längenhäufigkeit

Aufstieg/Abdrift



Schäden an Fischen durch Turbinen

Derzeitige Optionen
für die
flussabgerichtete
Fischpassage



geschnitzelt

geschlagen

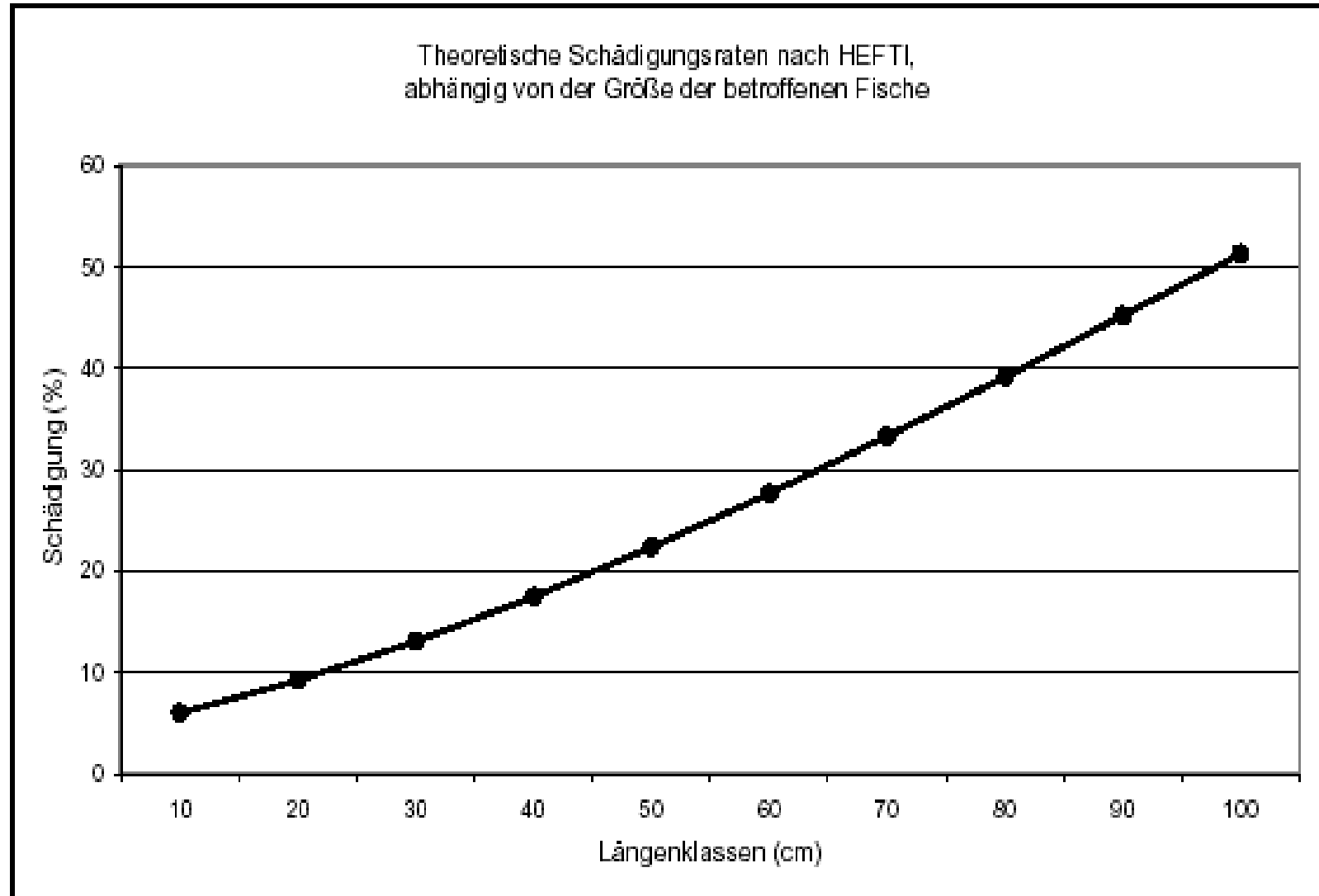
verflüssigt

Kriterien für Fischschäden bei Kaplan Turbinen

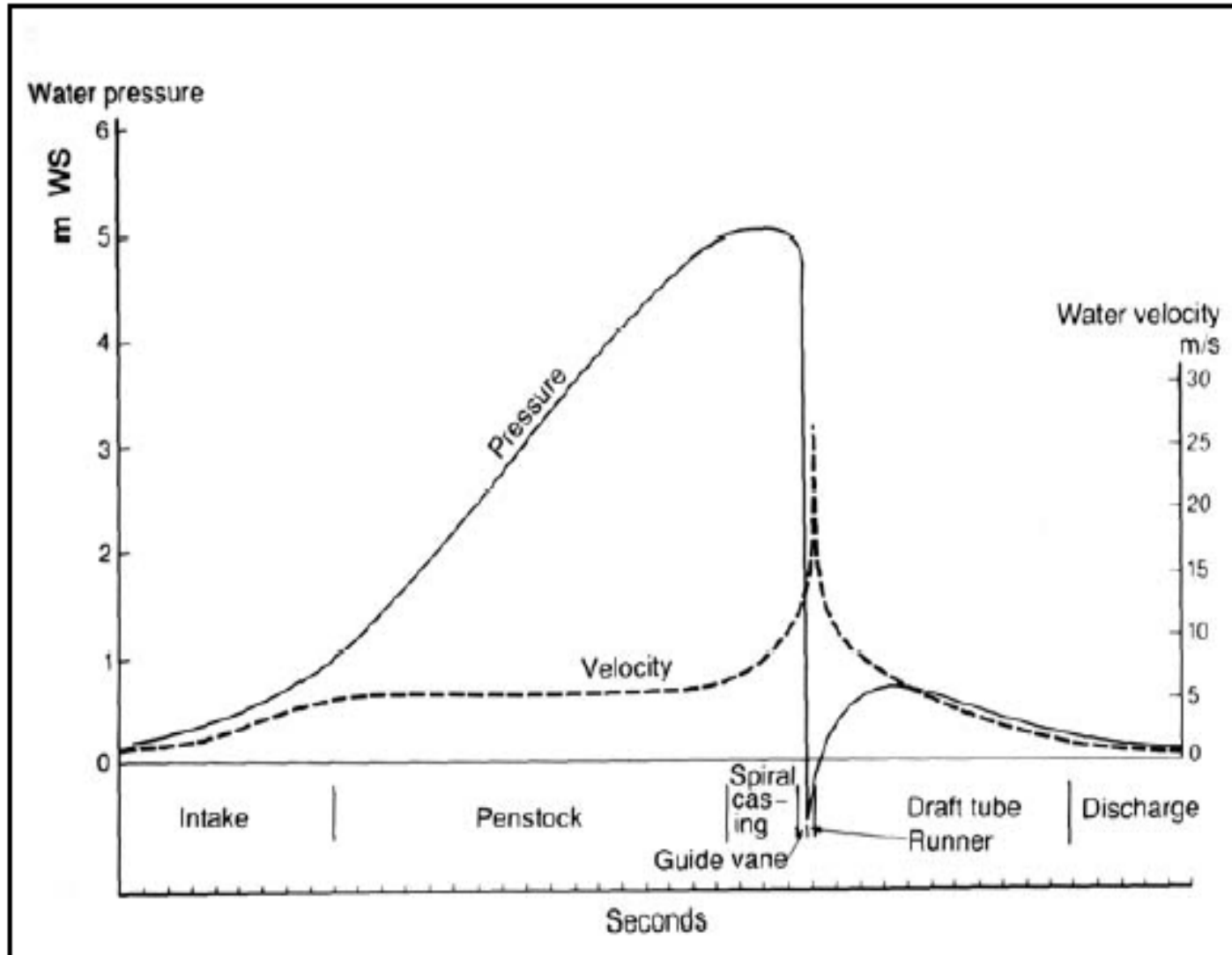
- Fischart
- Länge des Fisches
- Winkel im Bereich der Laufradkante
- Anzahl der Laufradschaufeln
- Umdrehungszahl/min
- Drehgeschwindigkeit der Laufradschaufeln (Größe / Umdrehungszahl)
- durchschnittlicher Wasserdurchsatz
- Beaufschlagungszustand (passierende Wassermenge / Auslastungsgrad)
- äußerer Laufraddurchmesser
- Räumliche Dimensionen der Turbine (hier besonders Öffnung zwischen den Laufradschaufeln)
- Abstand zwischen den Flügeln der Turbine (ermittelt aus Durchmesser des Flügelrades bei halber Flügellänge/Anzahl der Flügel)

Nach VON RABEN (1957), MONTEN (1985), LARINIER & DARTIGUELONGUE (1989), HEFTI (1990)

Zusammenhang Fischlänge - Schädigung

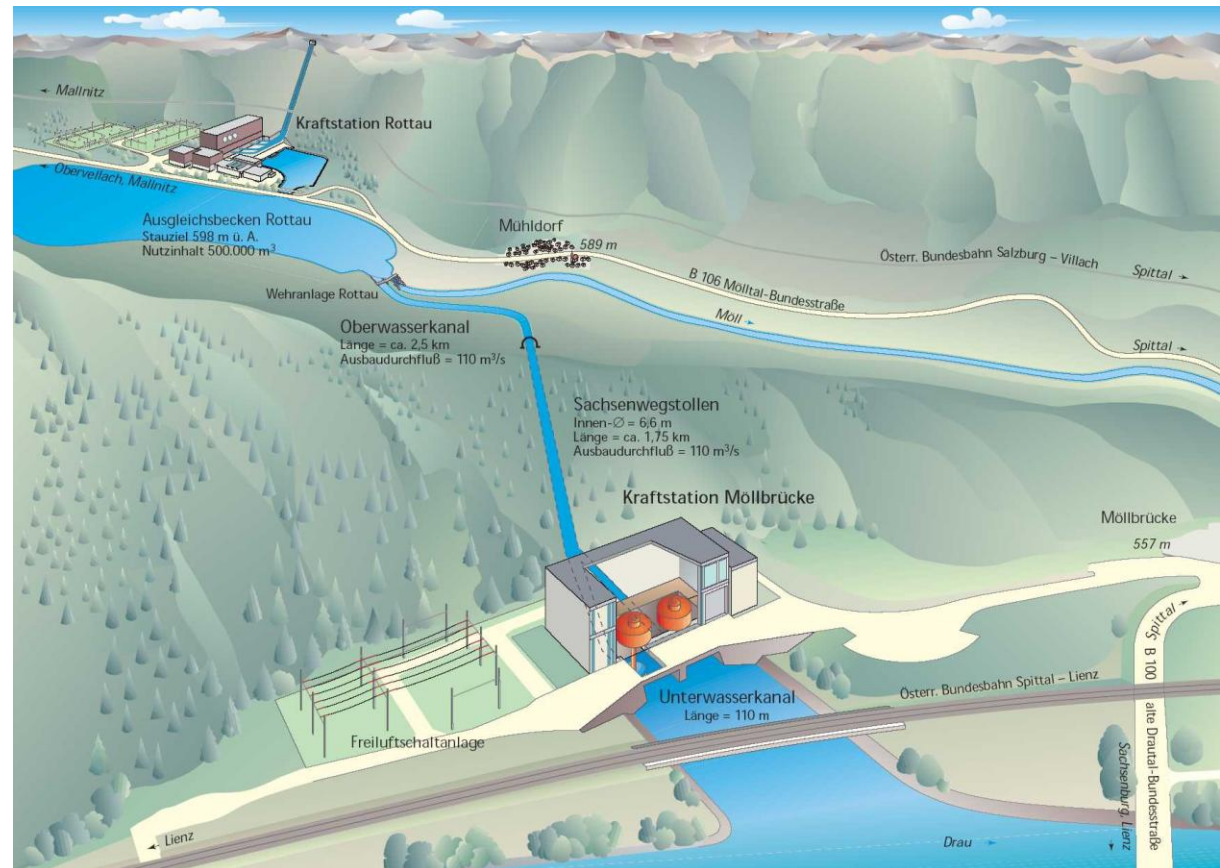


Fließgeschwindigkeits- und Druckverlauf in einer Kaplanmaschine



Malkraftwerke II

- Seit 1979 in Betrieb
- $5\text{m}^3/\text{s}$ Restwasser
- $120\text{m}^3/\text{s}$ durch den Sachsenwegstollen zur Malta-Unterstufe



Orientierung am Wehr



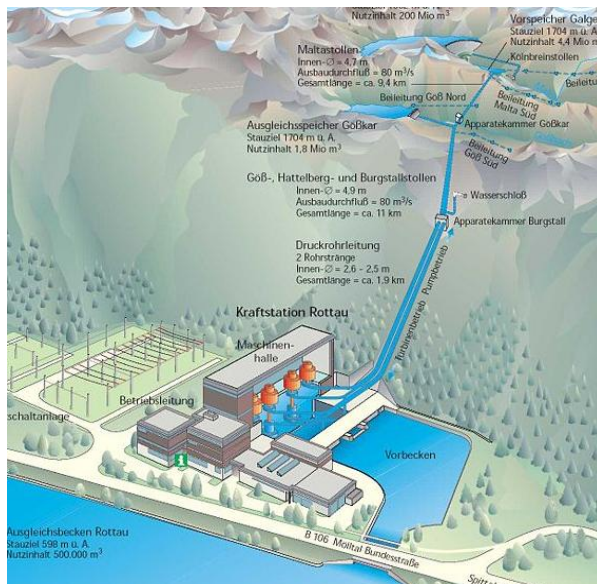
Ergebnisse

- Insgesamt 27 (9 Aalrutten und 18 Äschen) der 36 beobachteten Individuen wurden **im Triebwasserkanal** geortet.
- Vier Aalrutten wanderten durch den gesamten Triebwasserkanal und **in Triebwasserstollen** bis zum Kraftwerk Malta-Unterstufe, wo sie verendeten.
- Von den 18 Äschen konnten 8 Individuen beim **Eingang des Stollens** lokalisiert werden; keine der Äschen schwamm in den Stollen.



Fischschutz u. Abstieghilfen notwendig bei:

- Turbinen bzw. Speicherpumpen der Malta-Hauptstufe.
- Restwasserturbine am Beginn des Triebwasserkanals.
- Sperr- bzw. Leiteinrichtung im Sachsenwegkanal, auf Höhe des Einlass in die Fischwanderhilfe.





I
H
G



www.boku.ac.at/hfa

Beispiel Fischabstiegshilfe Thaya (Unfer & Pinter in prep)



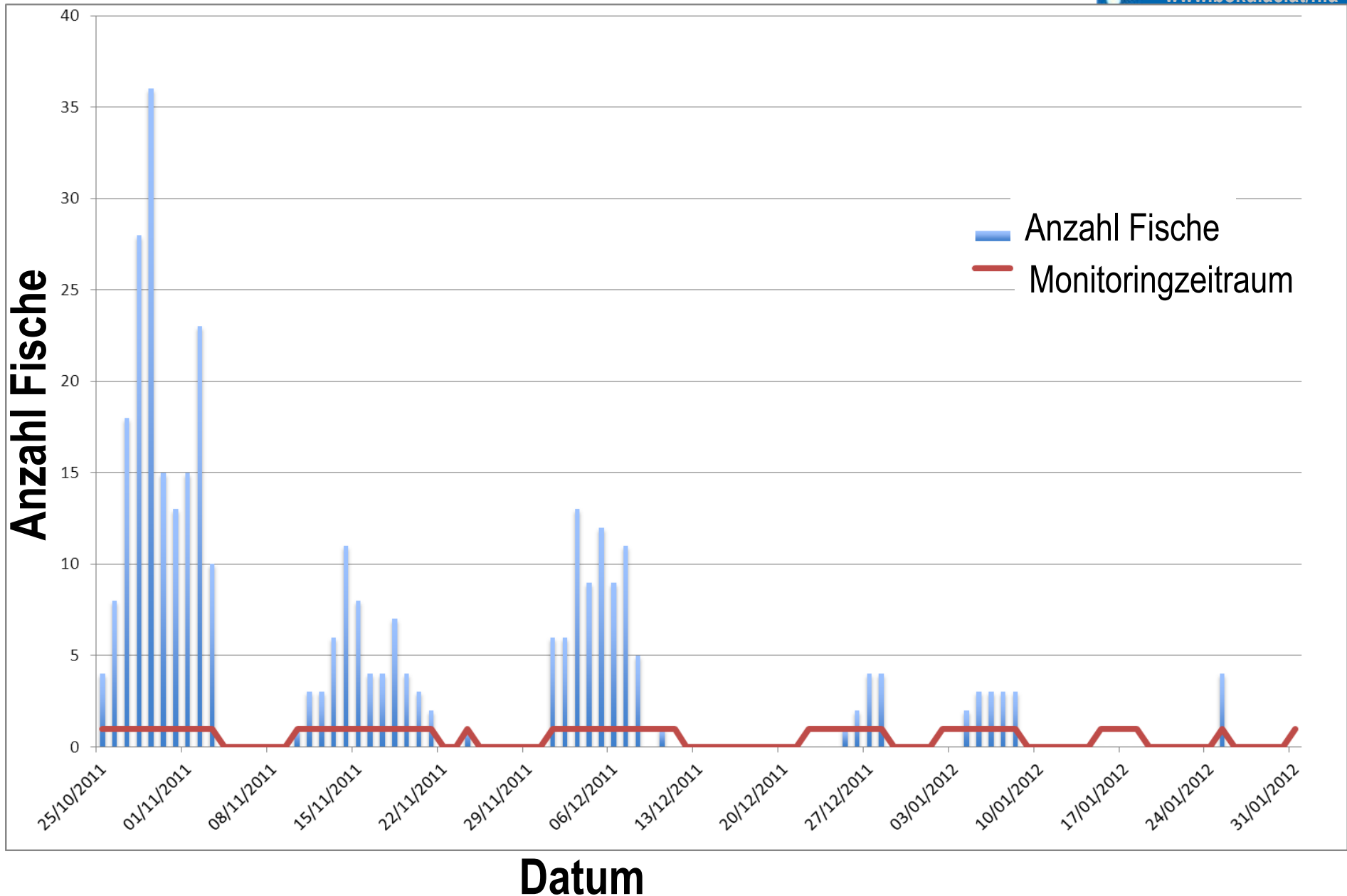




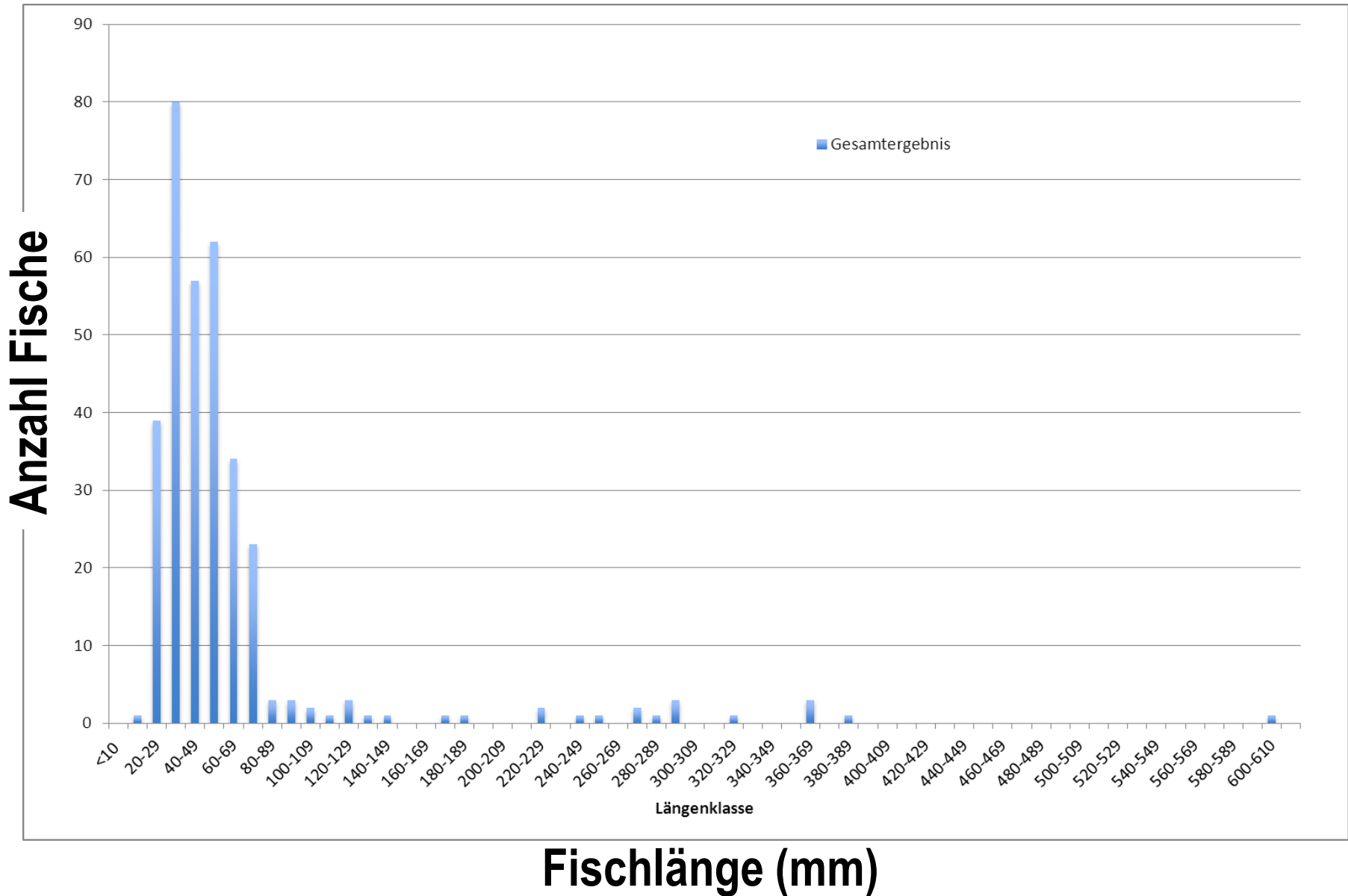
Fischart	Anzahl
Aalrutte	2
Aitel	25
Barbe	8
Barsch	4
Bitterling	1
Flussbarsch	4
Gründling	21
Güster	1
Hasel	66
Hecht	1
Karpfen	4
Kaulbarsch	1
Laube	49
Nase	12
Rotauge	71
Rußnase	1
Schneider	50
Unbekannt	6
Zander	1
Gesamtergebnis	328

18 Arten

54 Untersuchungstage / 12 Tage ohne Fische



Längenhäufigkeitsverteilung

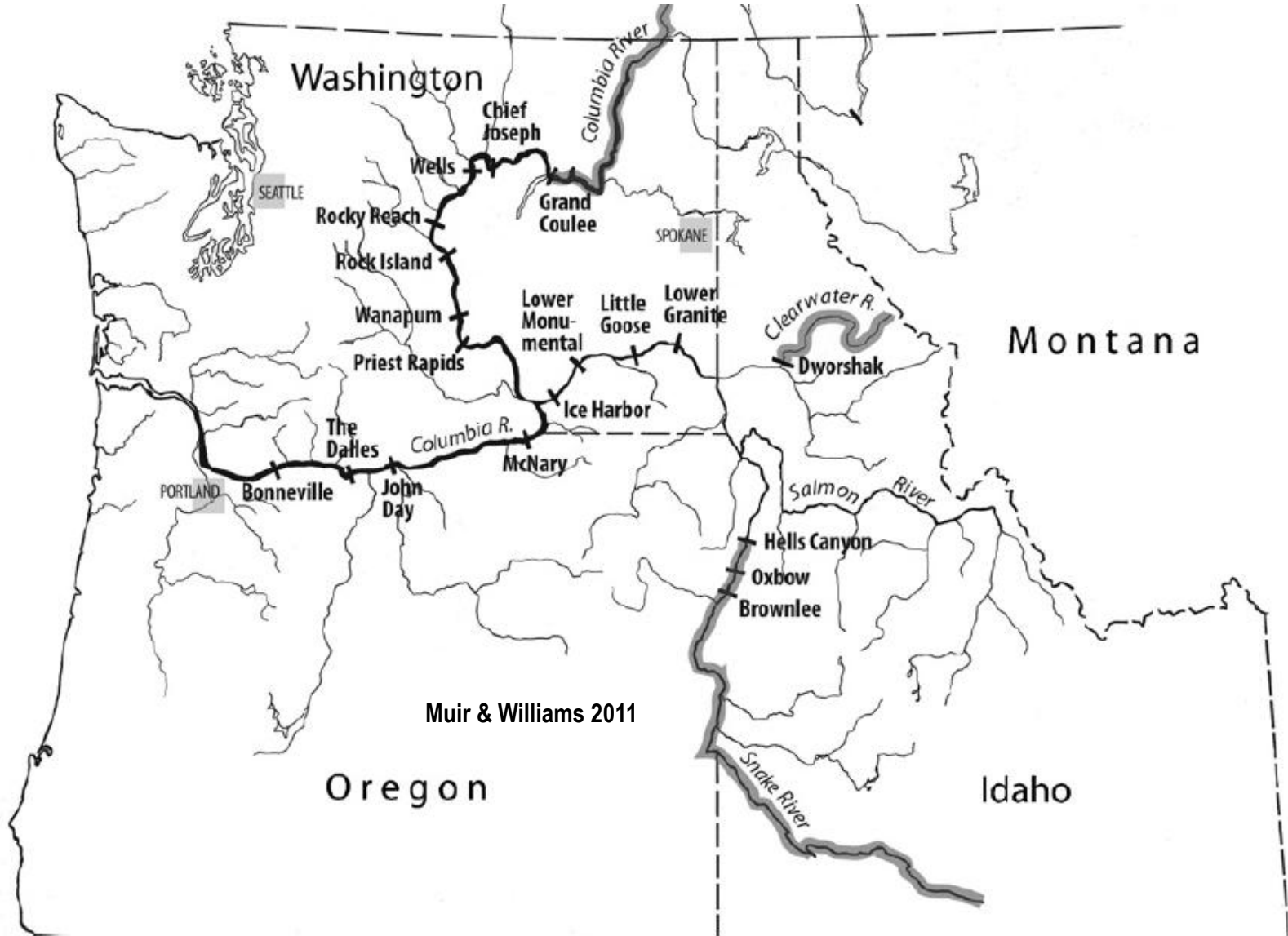


Beispiel Fischabstiegshilfe Thaya (Unfer & Pinter in prep)

- Fast ständige Abwärtswanderung beobachtbar
- Breites Artenspektrum
- Im Herbst v.a. Jungfische
- Sowohl sohlnahe als auch oberflächennahe Abwärtswanderung

Welche Bedeutung hat die
Abwärtswanderung für die langfristige
Überlebensfähigkeit und Ausprägung von
Fischpopulationen?

Case study Columbia river system

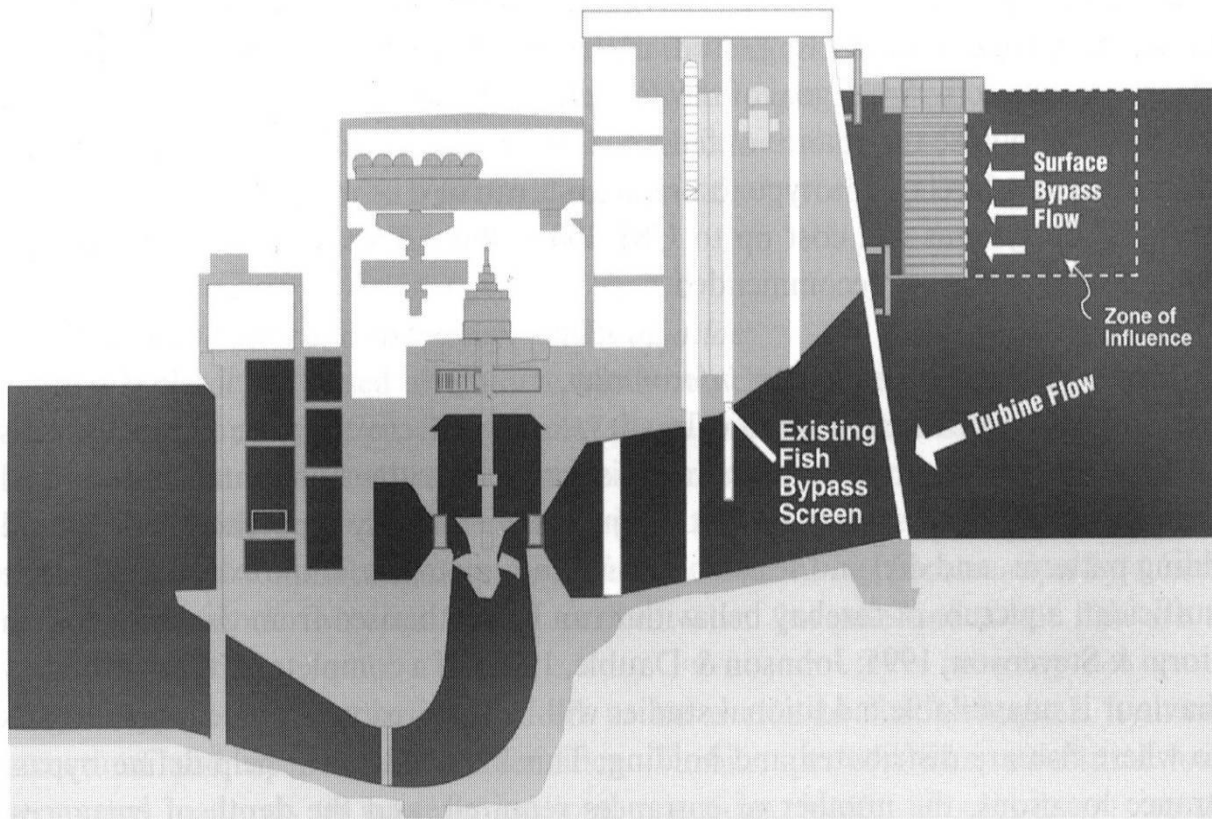


Example Snake River Muir & Williams 2011



- Chinook salmon smolts migrate >1000 km from rearing habitats to the Pacific Ocean and return 1–3 years later for their upstream spawning migration.
- Direct mortality to smolts passing through **turbines**, **altered** volume, timing and turbidity of river **flows** and the size of the plume entering the ocean.
- Construction of screened **bypass systems**, a **spill program**, and **transport** of smolts by barge have greatly **improved direct survival of juveniles**.

Technical solutions - downstream



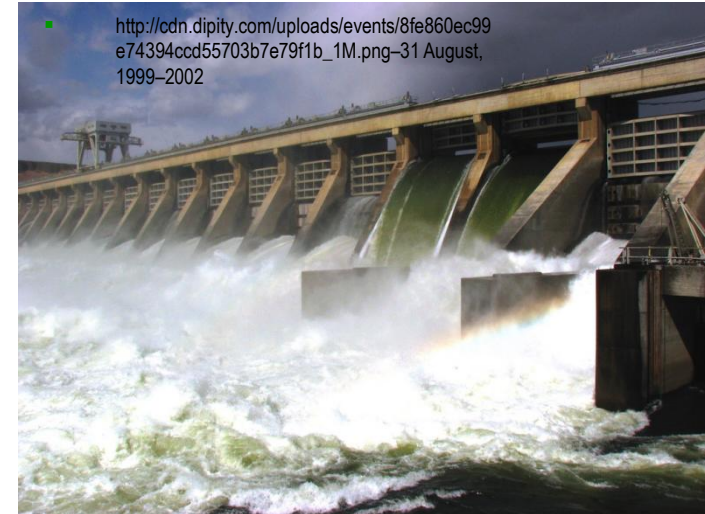
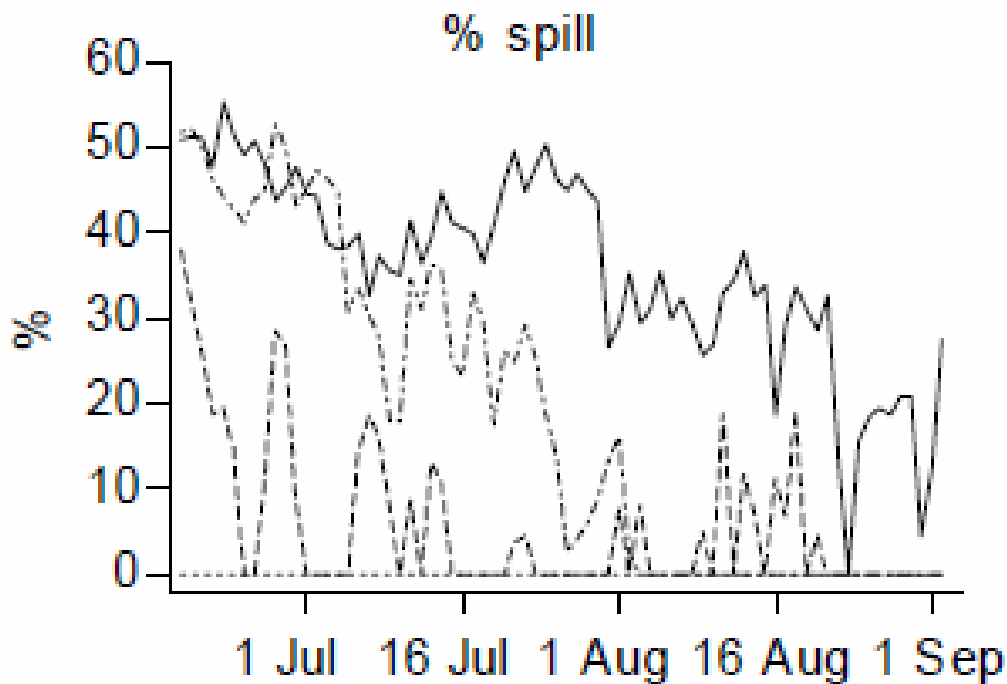
Surface-oriented bypass systems

Ferguson et al. 1998

Fig. 22.2 Cross-sectional view of a prototype deep-slot collector at Lower Granite Dam on the Snake River. Slot entrance velocity ranges from 0.6 to 1.8 m s^{-1} . Total bypass flow is $111 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ through two slots. Slot depth is 18.3 m .

The role of spill water in downstream survival

Spill flow as percentage of total flow at McNary Dam



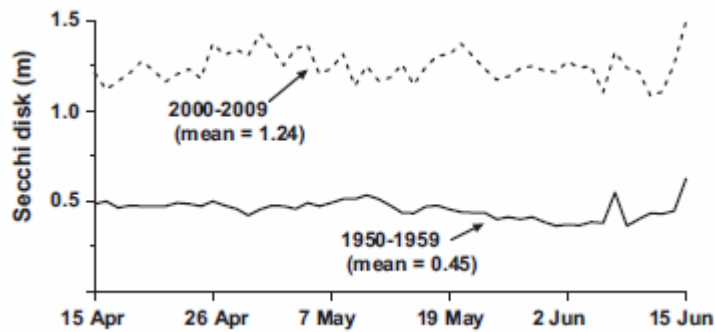
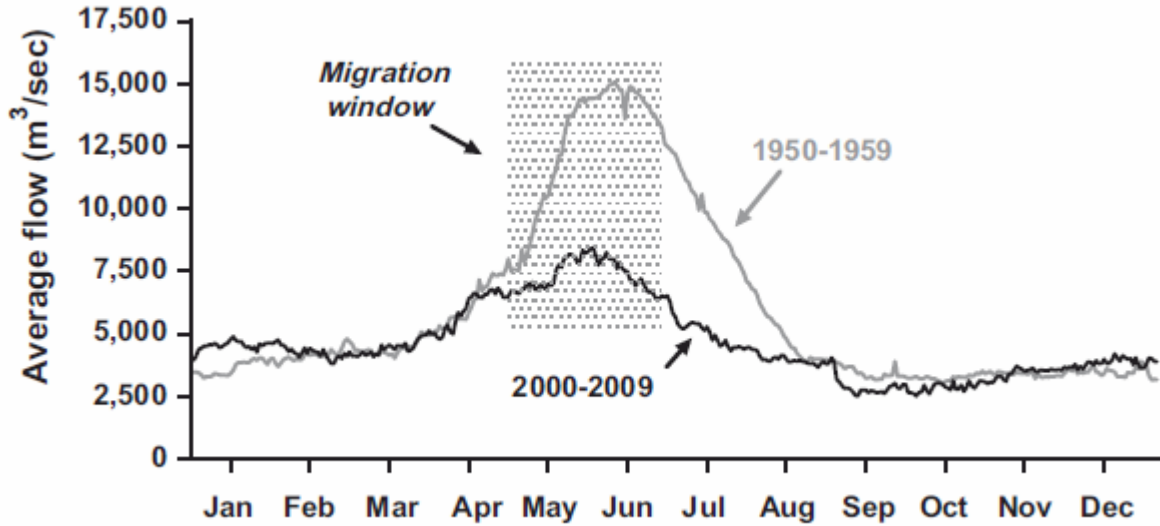
Williams et al. 2005

Results of multivariate models

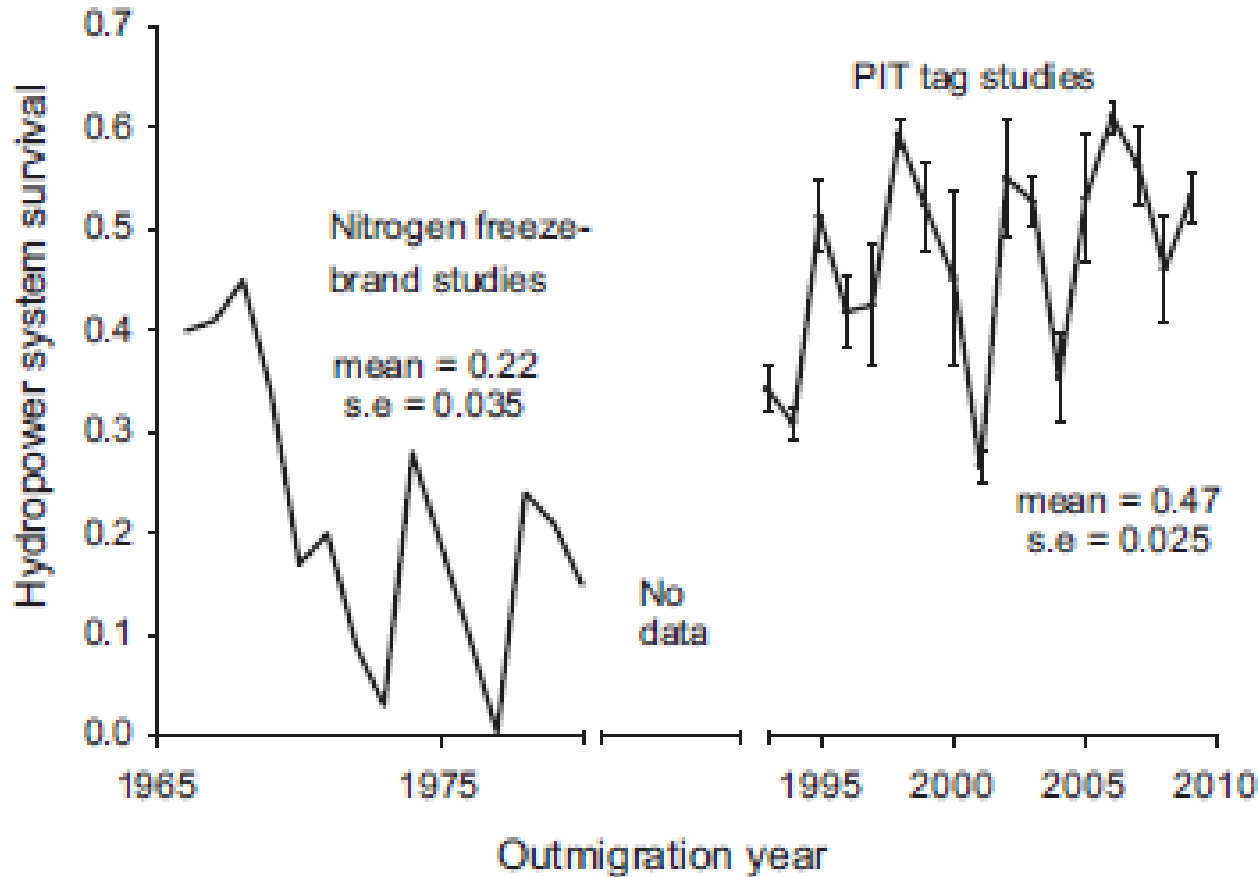
For steelhead, survival increased linearly as % spill increased from 0% to **29.4%**,

For Chinook salmon, predicted survival reached its maximum at about **20.6% or 25.0%**

Flow, turbidity as important factors



Hydropower system Chinook salmon smolt survival - Snake river / Columbia



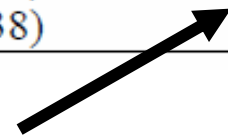
From the uppermost dam to Bonneville Dam

Hydropower system Steelhead smolt survival Snake river / Columbia



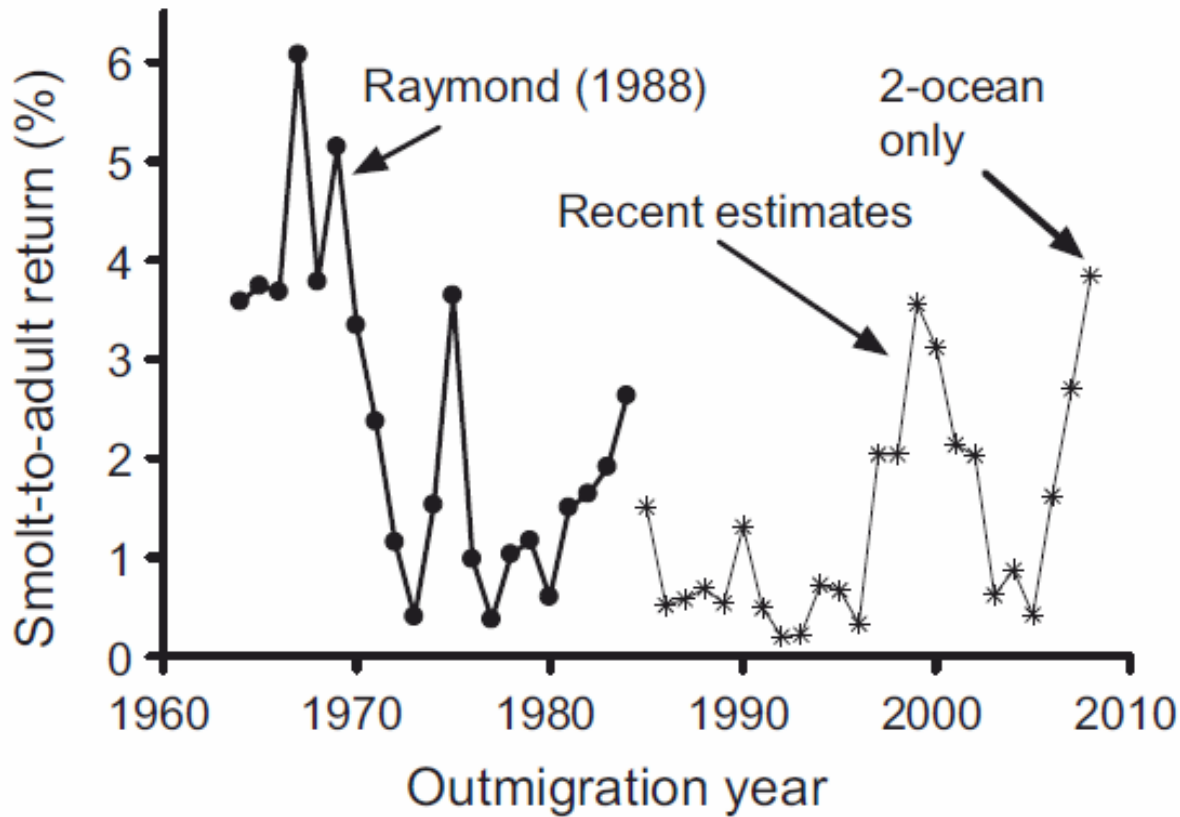
Table 30. Hydropower system survival estimates derived by combining empirical survival estimates from various reaches for Snake River steelhead (hatchery and wild combined), 1997–2003. Standard errors are in parentheses.

Year	Snake River trap to Lower Granite Dam	Lower Granite Dam to Bonneville Dam	Snake River trap to Bonneville Dam
1997	0.964 (0.015)	0.474 (0.069)	0.457 (0.067)
1998	0.924 (0.009)	0.500 (0.054)	0.462 (0.050)
1999	0.908 (0.011)	0.440 (0.018)	0.400 (0.016)
2000	0.964 (0.013)	0.393 (0.034)	0.379 (0.032)
2001	0.911 (0.007)	0.042 (0.003)	0.038 (0.003)
2002	0.895 (0.015)	0.262 (0.050)	0.234 (0.045)
2003	0.932 (0.015)	0.309 (0.011)	0.288 (0.011)
Mean			
All years	0.928 (0.010)	0.346 (0.060)	0.323 (0.057)
Excluding 2001	0.931 (0.012)	0.396 (0.038)	0.370 (0.038)



Muir & Williams 2011

Smolt to adult return rate Chinook salmon – Snake river



Total actual salmon return represents only 5-6 % of historic production (Gresh et al. 2000)

escapement to upper Snake River dam plus catch

Muir & Williams 2011

Conclusions example Snake River



- Smolt-to-adult returns have not shown the same improvement as **downstream improvement** and have been highly variable in recent years.
- Substantial **additional improvement** in direct survival of smolts through the hydropower system does **not appear achievable** with existing knowledge and technology.
- **Restoring** conditions in the plume might improve survival but would **require increased flow volume**.

- Fischabwanderung spielt bei wahrscheinlich allen heimischen Fischarten eine wesentliche Rolle
 - Larvendrift im Frühsommer, Jungfischwanderung im Herbst
- Verbessertes Wissen notwendig über:
- Ökologie der Abwärtswanderung
 - Rolle im Lebenszyklus, Quantifizierung, räumlich-zeitliche Variabilität
- Quantifizierung der Effizienz von Fischabstiegsanlagen
 - Vergleich mit natürlicher Situation
- Wieweit ist ein Fischabstieg wiederherstellbar? Welchen Beitrag liefert der Fischabstieg zur Lebensfähigkeit von Populationen?