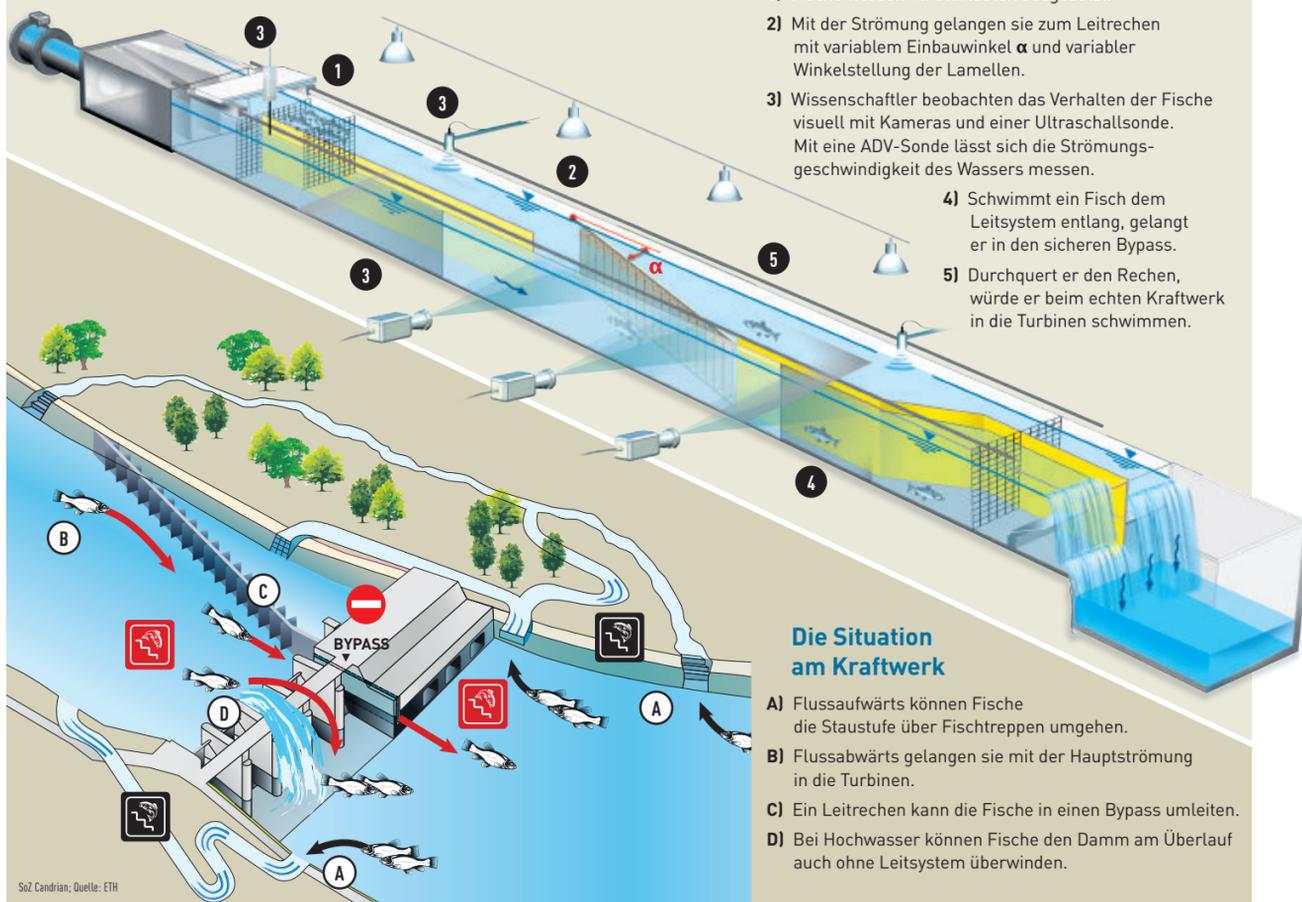


## Bypass: Leitsystem für den Abstieg



### Versuchsanlage an der ETH

- 1) Fische werden im Startteil ausgesetzt.
- 2) Mit der Strömung gelangen sie zum Leitrechen mit variablem Einbauwinkel  $\alpha$  und variabler Winkelstellung der Lamellen.
- 3) Wissenschaftler beobachten das Verhalten der Fische visuell mit Kameras und einer Ultraschallsonde. Mit einer ADV-Sonde lässt sich die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers messen.
- 4) Schwimmt ein Fisch dem Leitsystem entlang, gelangt er in den sicheren Bypass.
- 5) Durchquert er den Rechen, würde er beim echten Kraftwerk in die Turbinen schwimmen.

### Die Situation am Kraftwerk

- A) Flussaufwärts können Fische die Staustufe über Fischtreppen umgehen.
- B) Flussabwärts gelangen sie mit der Hauptströmung in die Turbinen.
- C) Ein Leitrechen kann die Fische in einen Bypass umleiten.
- D) Bei Hochwasser können Fische den Damm am Überlauf auch ohne Leitsystem überwinden.

# Umleitung für Fische

Eine neues System bei Flusskraftwerken soll verhindern, dass der Weg durch eine Turbine für Äschen, Barben und Co. tödlich endet

VON JOACHIM LAUKENMANN

Mit der Schwanzflosse voran, den Kopf gegen die Strömung gerichtet, schwimmt eine Barbe langsam den Versuchskanal hinunter. Sie nähert sich einem massiven Rechen aus vertikalen Metalllamellen und tastet ihn vorsichtig mit der Schwanzflosse ab. Schwimmt sie hindurch, ist Gefahr im Verzug: Das durch den Rechen strömende Wasser führt in freier Natur in eine Turbine – nur hier, beim Experiment an der Versuchsanlage für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich, ist die Barbe nicht gefährdet.

Dem Fisch scheint die Strömung zwischen den Lamellen nicht so recht zu passen. Mit ein paar Schwanzschlägen schwimmt er heraus und lässt sich – nach wie vor Schwanz voran – den Rechen entlang in einen Kanal gleiten, einen sogenannten Bypass, der ihn flussabwärts um das simulierte Kraftwerk leitet.

Der Abstieg ist oft der schwierigere Weg. Das gilt nicht nur für Bergsteiger, sondern auch für Fische. «Die starke Fragmentierung der Flüsse durch Kraftwerke stellt ein erhebliches Problem für den Fischabstieg dar», sagt der Fischökologe Armin Peter vom Wasserforschungsinstitut Eawag des ETH-Bereichs. «Auch heimische Fische wie Seeforelle, Nase und Barbe wandern Dutzende von Kilometern durch die Flüsse und sind daher von der Fragmentierung betroffen.»

Mit dem Experiment untersuchen Wissenschaftler der VAW und von der Eawag im Auftrag des Verbands Aare-Rheinwerke daher das Potenzial verschiedener Leitsysteme, um flussabwärts schwimmende Fische um die Turbinen eines Kraftwerks zu dirigieren. Für den

Aufstieg gibt es bereits Lösungen: Fischtreppen eröffnen Passagen um die Stauanlagen herum. Doch den Bach runter folgen Fische der Hauptströmung – und die führt unweigerlich durch die Turbine.

Bei weitem nicht alle Fische, die in eine Turbine geraten, kommen unten als Häckselmasse wieder heraus. Bei modernen grossen Laufwasserkraftwerken mit langsam rotierenden Kaplan-Turbinen können sogar rund 95 Prozent der kleinen Fische unbeschadet durch das Schaufelwerk gelangen. Bei grösseren Exemplaren wie Aalen ist die Mortalität höher, bei älteren Turbinentypen sowieso. «Da die Fische oft mehrere Kraftwerke passieren müssen, akkumuliert sich das Problem», sagt Peter. «Das Ziel wäre eine Überlebensrate von 96 bis 99 Prozent.»

### Der Einsatz von schonenden Turbinen ist zu teuer

Bei kleineren Staustufen können die Fische mit engmaschigen Rechen in einen Bypass geleitet werden. «Diese Feinrechen machen aber nur bei geringen Fließgeschwindigkeiten Sinn», sagt Robert Boes, Direktor der VAW. «Bei den grossen Kraftwerken, etwa an Aare, Hochrhein und Limmat, geht das nicht.» Dort würden Feinrechen die Energieausbeute zu sehr schmälern. Und das führe zu einem Zielkonflikt mit der Energiestrategie 2050, in deren Rahmen ein Ausbau der Wasserkraft angestrebt werde.

Boes und sein Team haben diverse Alternativen zu den Feinrechen analysiert. Auf eine Steuerung der Fische mit Licht, Schall oder Luftblasenvorhängen sprechen nur einzelne Arten an. «Im Hochrhein leben aber 40 Fischarten», sagt Boes. Und der Einbau neu entwickelter, schonender Turbinen in die Grosskraftwerke

komme wegen der hohen Investitionskosten erst dann infrage, wenn die Anlagen ihren Dienst getan hätten. «Und das ist oft erst nach 50 bis 70 Jahren der Fall.»

Bei den grossen Laufwasserkraftwerken hat der Einsatz von massiven Rechen mit relativ grossen Stababständen laut Boes das grösste Potenzial. Bei diesen Rechen sind die Öffnungen zwischen den Stäben fünf bis elf Zentimeter breit, damit genug Wasser hindurchströmen kann. Die meisten Fische könnten auch ungehindert passieren, werden aber von den lokalen Strömungsverhältnissen ermutigt, es nicht zu tun.

Mit einem zwölf Meter langen und bis zu einem Meter breiten «Detailmodell» bestimmten die Wissenschaftler zunächst den Energieverlust, jeweils abhängig vom Winkel des Rechens im Fluss und von der Stellung der Lamellen.

Mit einem 30 Meter langen und 4,7 Meter breiten «Grossmodell», das den ganzen Fluss im Umfeld eines Kraftwerks im Massstab 1:35 abbildet, prüften die Forscher dann die genauen Strömungsverhältnisse im Bereich des Rechens und vor dem Einlauf in die Turbinen. «Es hat sich gezeigt, dass ein Rechen mit quer zum Fluss stehenden Lamellen hydraulisch unverträglich ist», sagt Carl Robert Kriewitz, Doktorand an der VAW, der die Versuche durchgeführt hat. «Die Varianten mit schräg ausgerichteten Lamellen sind erheblich besser.» Mit dem Grossmodell prüften die Wissenschaftler auch, ob Schwemholz und Geschiebe die Leiteinrichtung blockiert.

Das Verhalten der Fische wird derzeit mit einem dritten Modell untersucht, das ebenfalls 30 Meter lang und knapp zwei Meter breit ist (siehe Grafik). Neben Barben setzten die Forscher für

dort auch Äschen und einen kleineren Fisch ein, den Schneider. Das Resultat: Bei quer gestellten Lamellen mit elf Zentimeter Abstand passierten mehr als 50 Prozent der Barben den Rechen in Richtung Turbine. «Bei einem Rechen mit fünf Zentimeter Lamellenabstand und 45 Grad Ausrichtung der Lamellen zur Strömung werden 83 bis 100 Prozent der Barben und Schneider in den Bypass geleitet», sagt Kriewitz. Zur Erleichterung der Forscher ist das auch die hydraulisch und energetisch bessere Variante.

### Erfolgreicher Einsatz von Lamellenrechen in den USA

Im Frühsommer sind weitere Tests bei höheren Fließgeschwindigkeiten geplant. Besonders für die Äsche als sehr gute Schwimmerin war die Strömung in den ersten Versuchen zu gering.

«Ob sich die vorläufigen Resultate auf ein reales Kraftwerk übertragen lassen, müssen wir noch zeigen», sagt Boes. «Das Ziel ist es, einen solchen Rechen bis Ende des Jahrzehnts in einem Pilotkraftwerk zu testen.»

Langfristig dürfte auch der in der Schweiz einst heimische Lachs von solchen Leitsystemen profitieren – in den USA jedenfalls werden Lamellenrechen seit Jahren erfolgreich in Lachs-Gewässern eingesetzt. Laut Fischökologe Peter ist es aber schwierig, es allen 40 Fischarten recht zu machen. Denn die zeigten sehr unterschiedliches Wanderverhalten, über das zudem noch wenig bekannt sei. «An einer Pilotanlage müssten wir mithilfe eines Ortungssystems genau beobachten, wie sich die Fische im realen Fall verhalten.»

Bis 2030 müssen laut Gesetz alle Kraftwerke mit Fischabstiegen ausgestattet sein. Laut Boes «ein straffer Zeitplan».

## MELDUNGEN



### Windparks zähmen Hurrikane

**STANFORD USA** Grosse Offshore-Windparks könnten Hurrikane vor der Landung bremsen und die Schäden reduzieren, berichten Forscher in «Nature Climate Change». Ein Feld mit 78 000 Windturbinen hätte die Windgeschwindigkeit des Wirbelsturms Katrina, der 2005 New Orleans verwüstete, um 130 bis 160 km/h gebremst und das Überflutungsgebiet um 79 Prozent verkleinert. Beim Hurrikan Sandy, der 2012 auf New York traf, hätte sich die Windgeschwindigkeit um 126 bis 140 km/h reduziert und die Sturmflut um 34 Prozent.

### Erwärmung senkt Anzahl Kältetote nicht

**EXETER GB** Ein wärmeres Klima kann die Anzahl Todesfälle im Winter nicht reduzieren. Wie Wissenschaftler in «Nature Climate Change» berichten, war die Anzahl winterlicher Todesfälle in Grossbritannien von 1951 bis 1971 noch eng mit der Zahl kalter Wintertage verknüpft. Dank verbesserten Lebensbedingungen sei seit 1991 jedoch die Stärke der Grippewelle Hauptursache für Tote im Winter.

### Kinder älterer Väter mit Problemen

**BLOOMINGTON USA** Je älter der Vater, desto höher das Risiko der Kinder, später psychisch zu erkranken. Gegenüber Nachkommen von 20- bis 24-jährigen Vätern haben Kinder von über 45-jährigen Vätern etwa ein 3,5-fach erhöhtes Risiko, an Autismus zu erkranken, ein 13-fach erhöhtes Risiko für ADHS oder ein doppelt so grosses Risiko für Psychosen. Dies ist das Fazit einer in «Jama Psychiatry» publizierten Studie schwedischer und amerikanischer Forscher. Anhand schwedischer Register bezogen sie über 2,5 Millionen Personen, die zwischen 1972 und 2001 geboren wurden, in die Studie mit ein.

### Robben hören exzellent

**SANTA CRUZ USA** Robben haben ein ausgezeichnetes Gehör: sowohl unter Wasser als auch an Land. Unter Wasser können sie in einem Bereich von sieben Oktaven hören, an Land immer noch vier Oktaven. Wie US-Forscher im «Journal of Experimental Biology» berichten, trainierten sie für ihre Studie zwei verwaiste Largha-Robben. Schon länger vermuten Forscher, dass Robben auch mit ihrem Gehör jagen.

### Mers-Virus bei Dromedaren gefunden

**RIAD/NEW YORK** Das Mers-Virus, das seit September 2012 vorwiegend auf der Arabischen Halbinsel über 180 Menschen infiziert und 80 davon getötet hat, stammt höchstwahrscheinlich von Dromedaren. Wie US- und saudiarabische Forscher im Onlinefachblatt «mBio» berichten, fanden sie bei 150 von 203 getesteten Dromedaren Antikörper gegen den mit dem Sars-Virus verwandten Mers-Erreger, bei 51 Dromedaren sogar Virensuren in der Nase. Sie konnten zudem zeigen, dass die Dromedare seit mindestens 1992 Träger des Mers-Virus sind.

