

Ulrich Dumont und Gereon Hermens

Fischabstiegs- und Fischschutzanlagen an der Wasserkraftanlage ECI-Centrale in Roermond/Niederlande

Die Wasserkraftanlage ECI-Centrale und deren Stauwehr sind das unterste Wanderhindernis in der Eifel-Rur, in der auf niederländischer und deutscher Seite die Wiederansiedlung von Lachs und Meerforelle betrieben wird. Zum Schutz der abwandernden Fische an diesem strategisch wichtigen Standort wurde ein 10-mm-Feinrechen mit einem Durchfluss von $16 \text{ m}^3/\text{s}$ sowie ein oberflächennaher und ein sohlennaher Bypass errichtet. Die bisherigen Ergebnisse des Monitorings zeigen, dass eine große Zahl von Fischen und Fischarten die Abstiegseinrichtungen nutzt. Der Betrieb der Wasserkraftanlage wird durch den Fischschutzrechen nicht beeinträchtigt.

1 Einleitung

Die Eifelrur (niederländisch: Roer) ist das unterste Nebengewässer der Maas mit kiesigem Sohlensubstrat. Die Maas weist zwischen der Mündung der Rur und der Nordsee nur eine Wasserkraftanlage und eine relativ geringe Zahl von Staubauwerken auf. Damit sind wichtige Voraussetzungen für die Wiederansiedlung des Lachses und der Meerforelle gegeben, die sowohl im niederländischen als auch im deutschen Abschnitt der Rur betrieben wird. Das Einzugsgebiet der Rur liegt wesentlich in der Eifel und den belgischen Ardennen. Das Abflussverhalten und die für die aquatische Fauna wichtige Wassertemperatur werden durch große Talsperren beeinflusst.

Das unterste Querbauwerk in der Rur befindet sich im Stadtgebiet von in Roermond im Bereich des Mündungsdeltas in die Maas. Die Gefällestufe wird von der Wasserkraftanlage ECI-Centrale genutzt. Der Standort Roermond ist daher von ausschlaggebender Bedeutung für die Anbindung der Rur an die Maas.

Der zuständige niederländische Wasserverband, die Waterschap Roer en Overmaas (WRO), hat als Eigentümerin der Wasserkraftanlage ECI-Centrale im Rahmen eines EU-Projektes (LIFE-nature-Projekt: Roer migration – Restoring migration possibilities for 8 Annex II species

in the river Roer [2]) einen 10-mm-Rechen und verschiedene Abstiegsanlagen zur Herstellung der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit an diesem Standort installiert. Daneben wurden zwei große Fischaufstiegsanlagen errichtet, über die im Beitrag von Hermens et al. [6] berichtet wird (**Bild 1**).

Der 10-mm-Rechen ist für einen Durchfluss von $16 \text{ m}^3/\text{s}$ konzipiert und gehört damit aktuell zu den größten Anlagen dieser Art [5]. Dieser Durchfluss entspricht dem Schluckvermögen der installierten Francis-Turbine. Eine zweite Francis-Turbine, die früher zur Erzeugung von Spitzenstrom diente, wurde bei der Reaktivierung der

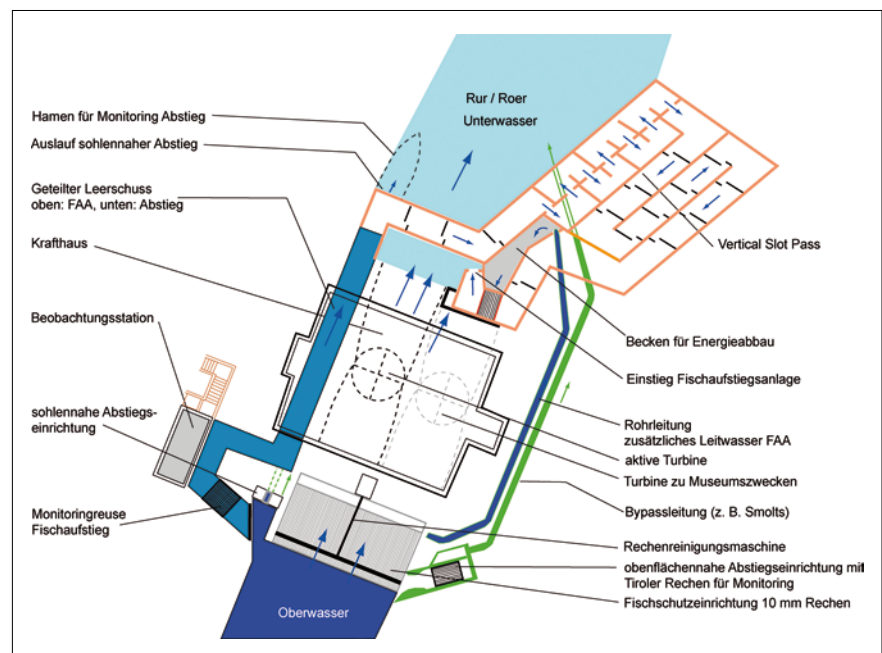


Bild 1: Lageplan der Wasserkraftanlage ECI-Centrale mit dem 10-mm-Rechen, den verschiedenen Abstiegsanlagen und dem Vertical-Slot-Pass sowie den Einrichtungen zum Monitoring



Bild 2: 10-mm-Rechen im Betrieb, Blick auf den oberflächennahen Bypass



Bild 3: Einheben der Fertigbeton-Brücke als obere Anlage des Rechens und zur Aufstellung des Rechenreinigers

Wasserkraftanlage in den 1990er Jahren zu einer Museumsturbine umgestaltet, deren Wasserkammer heute begehbar ist.

2 Fischschutzanlage

Zum wirksamen Schutz abwandernder Smolts von Lachs und Meerforelle darf nach heutigem Kenntnisstand die lichte Rechenstabweite nicht mehr als 10 mm betragen. Die Anströmgeschwindigkeit muss auf 0,5 m/s limitiert werden.

Während die Bedingung für die Ausströmgeschwindigkeit im Betriebskanal oberhalb der ECI-Centrale eingehalten wird, stellte der frühere Turbinenrechen mit $d_r = 40$ mm keinen Schutz für die abwandernden Fische vor dem Eindringen in die Turbinen dar. Daher entschied die WRO, den alten Rechen durch einen 10-mm-Rechen mit vertikal angeordneten Rechenstäben zu ersetzen. Um die hydraulischen Verluste des Rechens auf maximal 3 cm zu begrenzen (bei voller Beaufschlagung mit 16 m³/s), wurde die Neigung des Rechens zur Sohle von 70° auf 40° verringert und dadurch die Rechenfläche entsprechend vergrößert (**Bild 2**).

Da heute lediglich eine der beiden früheren Turbinen in Betrieb ist und die niedrige Anströmgeschwindigkeit unmittelbar am Rechen nur bei der Nutzung der gesamten Rechenfläche beider Maschinen erreicht werden konnte, mussten erhebliche Anstrengungen unternommen werden, um eine möglichst gleichmäßige Normalgeschwindigkeit an jeder Stelle des Rechens zu erreichen. Andernfalls könnten die abwandernden Fische durch zu hohe lokale Geschwindigkeiten geschädigt und die Auffindbarkeit der Bypässe beeinträchtigt werden. Der Turbinenein-

lauf hinter dem Rechen wurde auf Basis einer hydraulischen 2-D-Rechnung so umgebaut, dass das Rechenfeld der jetzigen Museumsturbine die gleichen Strömungsverhältnisse aufweist wie der Abschnitt des Rechens, der sich vor der jetzt aktiven Turbine befindet. Diese Maßnahmen wurden durch eine optimierte Gestaltung der Profilstäbe des Fischschutzrechens ergänzt.

Die Rechenanlage weist folgende Merkmale auf:

- Spezielles Profil der Rechenstäbe, das vom Ingenieurbüro Floecksmühle zur Verbesserung des Fischschutzes und der Reinigung entwickelt wurde. Das Profil verhindert das Einklemmen kleiner Geschwemmselteile und wirkt damit einer dauerhaften Verlegung des Rechens entgegen. Der hydraulische Verlustbeiwert des Rechens wurde im Labor ermittelt und für die Bemessung des Rechens genutzt. Dieser sogenannte Y-Rechen wurde zwischenzeitlich weiterentwickelt, so dass heute ein System zur Verfügung steht, mit dem eine dauerhafte Verlegung wirksam verhindert werden kann.
- Der Rechen und die Tragkonstruktion sind statisch auf die volle Verlegung ausgelegt, die an feinen Rechen bei gleichzeitigem Versagen von Rechenreiniger und Turbinensteuerung grundsätzlich auftreten kann.
- Die Anlage ist mit einer einzigen hydraulischen Knickarm-Rechenreinigungsmaschine ausgerüstet. Diese verfügt über eine Harkenbreite von 12 m. Ihr Antrieb ist auf Dauerbetrieb ausgelegt, der während des maximalen Laubgangs im Herbst erforderlich ist, um den Betrieb der Wasserkraftanlage zu gewährleisten.

- Die Rechenreinigungsmaschine wurde auf einer vorgespannten Fertigbetonbrücke installiert. Der Einbau der 70 t schweren Brücke erfolgte mittels Mobilkran (**Bild 3**). Die Brücke wurde statisch so bemessen, dass auch beim Ausgreifen der Rechenreinigungsmaschine und bei maximaler Belastung nur eine Durchbiegung von wenigen Millimetern erfolgt. Diese geringe Verformung der Brücke ist erforderlich, um während des gesamten Bewegungsablaufs der Rechenreinigungsmaschine die Parallelität von Rechenfläche und Harke exakt einzuhalten. Anderenfalls wäre keine ausreichende Reinigungswirkung möglich.

Das Rechengut wird über eine Blechschütze, die oberhalb des Rechens angeordnet ist, in ein Förderband gehoben und mit diesem in einen seitlich aufgestellten Container transportiert (**Bild 4**). Diese Einrichtungen waren notwendig, da nur ein sehr begrenzter Platz zwischen der Krafthauswand und dem Rechen zur Verfügung stand.

Die mittlerweile vierjährigen Betriebserfahrungen zeigen, dass durch die Bemessung und die konstruktive Gestaltung des Rechens sowie durch die leistungsfähige Rechenreinigungsmaschine ein vollkommen normaler Betrieb der Wasserkraftanlage sichergestellt werden konnte. Trotz des geringen Rechenabstandes wird der berechnete Rechenverlust von maximal 3 cm eingehalten. Die Jahresarbeit der Turbine wurde nicht vermindert.

2.1 Oberflächennaher Bypass

Der oberflächennahe Bypass wurde primär auf die Smolts von Lachs und Meerforelle ausgelegt. Wegen der beengten räum-



Bild 4: 10-mm-Rechen mit Rechenreinigungsmaschine und Förderband für das Rechengut während der Montage: links befinden sich die stationäre Reusenanlage und der Ausstieg der Fischaufstiegsanlage, dazwischen liegt der Leerschuss, in dem der sohlennahe Bypass angeordnet ist

lichen Verhältnisse konnte die Einstiegsöffnung nicht unmittelbar neben dem Rechen, sondern musste ca. 2 m oberhalb angeordnet werden (**Bild 5**). Die Einstiegsöffnung zweigt rechtsufrig unter einem Winkel von ca. 45° vom Oberwasserkanal ab und besitzt eine Wassertiefe von etwa 40 cm. Das ausgeleitete Wasser (ca. 150 l/s) wird zunächst kontinuierlich beschleunigt, damit die Fische nicht gegen die Fließrichtung entfliehen. Das Wasser mit den abwandernden Fischen gelangt dann in die Abstiegschamber, wo eine ausreichende Wassertiefe vorgehalten wird. Dort schließt sich eine Rohrleitung an, durch die die Fische in das Unterwasser gespült werden. Sie wurde teilweise unterhalb der neuen Fischaufstiegsanlage verlegt.

Die Abstiegschamber besitzt für das Monitoring einen Tiroler Rechen ($d_r = 5 \text{ mm}$) und eine Fangkammer, aus der die Fische manuell entnommen werden können. Dieser Fangrechen ist drehbar ausgeführt: wird der Rechen aus dem Wasserstrom geschwenkt, gelangen die Fische unmittelbar in die Bypassrohrleitung. Während des Monitorings wird der Rechen in die Arbeitsposition gebracht und die absteigenden Fische werden auf diese Weise in die Fangkammer geleitet.

2.2 Sohlennaher Abstieg

Für die sohlennah abwandernden Arten wurde im bisherigen Leerschuss, der sich links neben dem Rechen befindet, eine gesonderte Abstiegsmöglichkeit vorgesehen. Aufgrund der Umbauarbeiten musste das

alte Leerschusschütz erneuert werden, so dass eine entsprechende Öffnung hergestellt werden konnte.

Während der Abwanderzeiten wird das Schütz um rund 15 cm angehoben, so dass die Abstiegsöffnung in der Sohle freigegeben wird. Die abwandernden Fische passieren diese ca. 30 cm breite Bypassöffnung an der Sohle. Ein ausreichendes Wasserpolster unterhalb stellt sicher, dass die Fische nicht geschädigt werden.

Im Auslaufbereich des Leerschusses wurde eine Kontrolleinrichtung in Form eines Hamens, der motorisch verfahren werden kann, installiert. Er wird während

der Abstiegsaison täglich geleert. Ein nicht unerheblicher Aufwand bei der Entleerung entsteht dabei durch die notwendige Reinigung des Netzes von Laub und Treibgut. Eine vorherige Trennung der Fische vom Wasser, das durch den Bypass abgeleitet wird, und somit vom Treibgut ist aufgrund der Geometrie und der Sohlenlage nicht möglich.

3 Monitoring

Seit Fertigstellung der Fischtur- und -abstiegsanlagen im Jahr 2008 führt die WRO ein intensives Monitoring des Fischabstiegs durch. Während der Hauptwanderzeiten finden umfangreiche Kontrollen sowohl der Fischaufstiegsanlage als auch der Abstiegsanlagen statt.

Von allen oberflächennah abwandernden Smolts, die in der Smoltkammer gefangen werden, wird die Art und die Länge ermittelt. Bei einem bestimmten Anteil der Smolts wird zusätzlich das Gewicht und der Grad der Verpilzung bestimmt. Der Smoltfang war in der Zeit vom 07.02. bis zum 26.06.2011 etwa vier Monate und im Dezember eine Woche in Betrieb. In dieser Zeit wurden insgesamt 2 512 Fische gefangen, davon 1 028 Lachsmolts. Im oberflächennahen Bypass wurden 35 verschiedene Arten erfasst. Trotz der geringen Wassertiefe in der Bypassöffnung von etwa 30 bis 40 cm wird er regelmäßig von adulten Fischen passiert.

Alle im Hamen des sohlennahen Abstiegs gefangenen Fische werden bestimmt



Bild 5: Rechts neben dem Rechen zweigt der oberflächennahe Bypass ab, in der Abstiegschamber befindet sich der Tiroler Rechen zur Ausleitung der Fische während des Monitorings

und gemessen (Bild 6). Trotz der ungünstigen Lage im Leerschuss in Bezug auf den Rechen und die Anströmbedingungen wurden hier im Jahr 2011 bei weitem die meisten Fische (81 % bzw. 13 568) gefangen. Der Hamen war im April und Mai nur insgesamt drei Tage und vom 02.06. bis zum 31.12.2011 laufend in Betrieb. Im gesamten Hamenfang kamen juvenile Barsche mit 71 % (9 686 Exemplare) am häufigsten vor. Größere Abwanderzahlen wurden bisher von Blankaalen und Rotaugen erreicht. Interessant war der Fang eines abgelaichten Lachses im sohlennahen Bypass.

Am Standort ECI-Centrale wurden im Jahr 2011 zwischen dem 1. Februar und dem 31. Dezember 2011 insgesamt 16 764 flussauf- und flussabwärts wandernde Fische verteilt auf 39 Arten in der Fangreue der Fischauftiegsanlage und in den Bypassen erfasst. Die Arbeiten zum Monitoring werden von einer Gruppe von Freiwilligen durchgeführt. Daneben erfolgt eine wissenschaftliche Auswertung



Bild 6: Heben des Hamens, mit dem der Abstieg durch den sohlennahen Bypass überwacht wird

der Ergebnisse des Monitorings durch die Universität Wageningen, NL. Damit ist sichergestellt, dass nach Abschluss der gesamten Monitoringphase (insgesamt voraussichtlich fünf bis sieben Jahre) eine Analyse der unterschiedlichen Abwander-

korridore erarbeitet wird und dass die Ergebnisse für die Weiterentwicklung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen genutzt werden kann.

Autoren

Dipl.-Ing. Ulrich Dumont
Dipl.-Ing. Gereon Hermens

Ingenieurbüro Floecksmühle
Bachstraße 62-64
52066 Aachen
u.dumont@floecksmuehle.com
gereon.hermens@floecksmuehle.de

Ulrich Dumont and Gereon Hermens

Fish Protection and Downstream Migration Facilities at Hydropower Station ECI Centrale at Roermond, Netherlands

The hydro power plant ECI-Centrale and its dam are the lowest obstacles in the Eifel Rur, where Dutch and German authorities are currently resettling salmon and sea trout populations. To protect downstream migrating fish at this strategically important spot, the authorities installed a 10 mm screen with a discharge of 16 m³/s as well as two bypass channels, one of them situated near the surface and the second one near the bottom. Monitoring results so far show that a great amount of fish of different species do make use of these migration facilities. Moreover, the protection screen does not affect the operation of the hydro power plant.

Ульрих Дюмон и Гереон Херменс

Рыбоспускные и рыбозащитные сооружения на гидроэлектростанции ECI-Centrale в Роермонде/Нидерланды

Гидроэлектростанция ECI-Centrale и ее плотина являются самой нижней преградой на миграционном пути рыб в Ейфель-Рур (Eifel-Rur), в которой на нидерландский и немецкой стороне в настоящий момент производится повторное заселение лососей и морской форели. Для защиты мигрирующих рыб в этом стратегически важном для рыб месте была сооружена мелкая 10-миллиметровая решетка с протеканием 16 м³/сек, а также приповерхностный и придонный обводной канал. Полученные до сих пор результаты мониторинга показывают, что значительное число рыб разных видов использует устройства спуска. Возведение рыбозащитной решетки не оказало какого-либо негативного воздействия на эксплуатацию гидроэлектростанции.

Literatur

- [1] Dumont, U., Anderer, P.; Schwevers, U.: Handbuch Querbauwerke. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 2005.
- [2] Waterschap Roer en Overmass (Hrsg.): LIFE-nature project: Roer migration – Restoring migration possibilities for 8 Annex II species in the river Roer. 2008.
- [3] Gubbels, R. E. M. B; Belgers, M. H. A. M., Jochims, H.-J.: Rapportage Monitoring Stroomopwaartse en stroomafwaartse vismigratie in 2011 bij de ECI-Centrale te Roermond; Waterschap Roer en Overmaas. Sittard, 2012.
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. In: DWA-Themen, 2. Auflage, 2005.
- [5] Ingenieurbüro Floecksmühle: Planung der Fischschutz- und Fischabstiegsanlage an der ECI-Centrale in Roermond im Auftrag der Waterschap Roer en Overmaas. Sittard, 2006 (unveröffentlicht).
- [6] Hermens, G.; Keunecke, R.: Herstellung der Durchgängigkeit des Mündungsdeltas der Rur in die Maas. In WasserWirtschaft 102 (2012), Heft 7-8, S. 83-88.