

# Gewässerökologische Bewertung eines Gewässersystems bei zusätzlicher Wasserkraftnutzung

Das Geul-Einzugsgebiet verfügt über eines der ökologisch wertvollsten Bachsysteme in den Niederlanden. Für die Bewilligung der Inbetriebnahme von Wasserkraftanlagen wurde eine praktische Entscheidungshilfe (Prüfschema) entworfen, in der sowohl die von der WRRL als auch die in der Natura-2000-Richtlinie vorgegebenen Naturschutzanforderungen berücksichtigt werden. Das Prüfschema kann auf andere Gewässersysteme angewendet und um zusätzliche Bewertungskriterien erweitert werden.

Pia Anderer, Rob Gubbels, Barend van Maanen, Anne Reitz, Inge Schugard und Guido Verschoor

## 1 Einleitung

Das im Südwesten der Niederlande gelegene Geul-Einzugsgebiet ist die Heimat besonderer, bachgebundener Arten und Flora-Fauna-Habitat-Lebensraumtypen (FFH-Lebensraumtypen), für die spezielle Zielsetzungen gelten. Es existieren dort aber auch Wassermühlen, die ein wichtiges kulturhistorisches Erbe darstellen und die mittlerweile zum Teil restauriert sowie wieder in Betrieb genommen wurden. Von einigen Eigentümern und Interessenten besteht der Wunsch, an weiteren Mühlenstandorten Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung zu installieren. Ziel der Untersuchung war, auf der Grundlage der Bestandsaufnahme der gewässerökologischen Gegebenheiten des Gebietes, eine praktische und objektive Entscheidungshilfe für die Bewilligung zusätzlicher Wasserkraftnutzung zu entwerfen.

## 2 Bestandsaufnahme

Die Geul entspringt in Belgien. Nach etwa 20 km überquert sie die Grenze zu den Niederlanden, wo sie nach weiteren 38 km bei Maastricht in die Maas mündet. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Auswirkungen von Wassermühlen auf die Gewässerökologie im Geultal untersucht. Dabei wurden die Geul und zehn ihrer Seitenbäche betrachtet (**Bild 1**). An diesen Gewässern werden vier Wasserkraftanlagen permanent und drei weitere temporär betrieben (**Bild 2**). 12 Mühlen sind außer

Betrieb, verfügen aber über funktionstüchtige Wehre. Teilweise werden Mühlen restauriert und es besteht der Wunsch einiger Eigentümer, diese wieder in Betrieb zu nehmen. Zusätzlich existieren einige kleinere Abstürze.

Als Zeigerarten der potenziell natürlichen Fischfauna wurden

- die Rheingruppe und
- das Bachneunauge

identifiziert. Neben den Fischen wurde die WRRL-Qualitätskomponente Makrozoobenthos berücksichtigt. Weiterhin wurde eine Bestandsaufnahme für Zeigerarten der folgenden Habitattypen durchgeführt:

- Flutender Hahnenfuß als Zeigerart des Habitattyps „Bäche und Flüsse mit Wasserpflanzen“,
- bachbegleitende Wälder als Zeigerart des Habitattyps „Feuchte alluviale Wälder“.

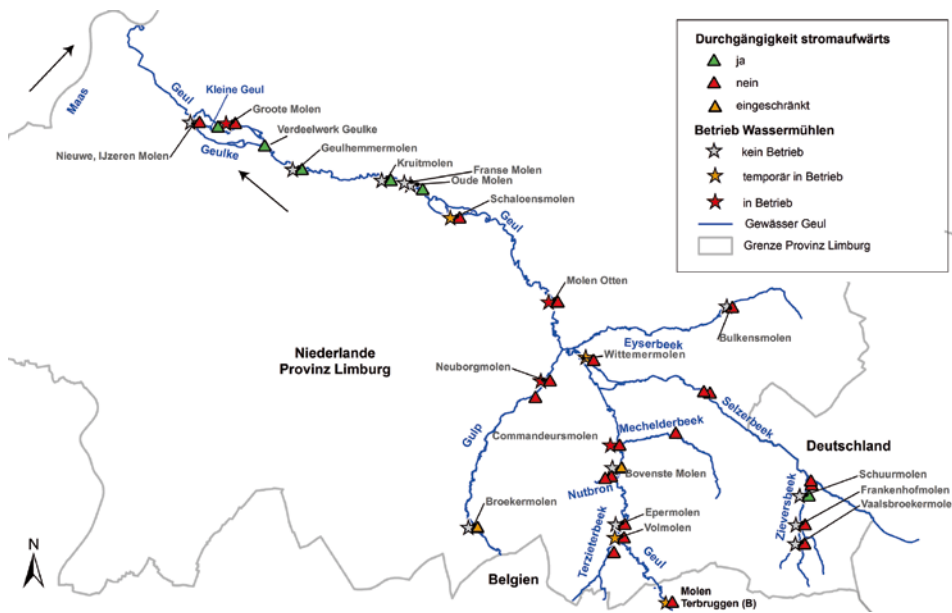
### 2.1 Gewässerökologische Bewertung

Die aktuelle Eignung der potenziellen Lebensräume von Rheingruppe, Bachneunauge und flutendem Hahnenfuß wurde auf der Grundlage der Ergebnisse zur Gewässerchemie und -güte, der Befischungsergebnisse, der Gewässerstruktur und insbesondere einer Vor-Ort-Begehung untersucht und bezüglich seiner Qualität bewertet. Auf der Basis einer Literaturrecherche erfolgte eine Experteneinschätzung bezüglich der minimalen Längen frei strömender Gewässerabschnitte, die für den Fortbestand der Population erforderlich sind. Für einen ausreichenden Lebensraum wurde dabei für die Rheingruppe eine Ausdehnung von etwa 1 000 m und für das Bachneunauge von 3 000 m Gewässerslänge abgeschätzt. Diese Strecken müssen durchgängig und nicht durch Rückstau oder Ausleitung verändert sein. Die Beeinträchtigung der Gewässerökologie durch die Wassermühlen und Staubaauwerke wird im Wesentlichen verursacht durch

- mangelhafte Durchgängigkeit und
  - Lebensraumveränderung durch Rückstau und Ausleitung.
- Die Durchgängigkeit aller Bauwerke für Fische und Makrofauna wurde ermittelt (**Bild 1**) und der Einfluss der Rückstauabschnitte auf die Habitatverhältnisse abgeschätzt. Darüber hinaus wurden die Streckenanteile zwischen zwei Standorten von Querbauwer-

### Kompakt

- Das Prüfschema stellt den aktuellen Zustand eines Gewässers übersichtlich dar.
- Veränderungen des ökologischen Zustands können durch ein Prüfschema sichtbar gemacht werden.
- Das Schema kann als praktische Entscheidungshilfe dienen und ist bzgl. der Bewertungsparameter erweiterbar.



**Bild 1:** Staubauwerke und Wassermühlen an der Geul und ihren Seitenbächen mit Bewertung der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit (Quelle: Karte: IBFM, Daten: Provinz Limburg und Waterschap Roer en Overmaas)

ken ermittelt, die ohne eine Lebensraumveränderung durch Rückstau und Ausleitung frei fließend dem natürlichen Gewässer entsprechen. Dabei wurde von einer nur geringfügigen Veränderung dieses Lebensraums ausgegangen, wenn die freie Fließlänge mindestens 75 % beträgt.

### 2.2 Ausgewählte Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Die wesentlichen Ergebnisse der Bestandsaufnahme können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Rheingruppe ist trotz der teilweise fehlenden Durchgängigkeit an einzelnen Standorten fast im gesamten potenziell geeigneten Lebensraum verbreitet (**Bild 3**). Der Zustand des Lebensraums wird als „gut“ bis „mäßig“ eingestuft. Nur in einigen Ausleitungsstrecken und größeren Rückstaurecken wird die Lebensraumeignung als „schlecht“ bewertet.
- Das Bachneunauge ist aktuell nur in wenigen Strecken seines potenziellen Lebensraumes verbreitet. Die Geul ist aktuell unterhalb der Einmündung der Gulp in den Rückstau- und Ausleitungsstrecken als Lebensraum nur „schlecht“ geeignet, in den übrigen Abschnitten ist die Eignung „mäßig“ bis „schlecht“. Da in diesen Bereichen verstärkt natürliche Veränderungen im Gewässerbett, wie z. B. freie Mäandrierung, zugelassen werden sollen, kann sich hier der Zustand langfristig verbessern.
- Aktuelle Vorkommen des flutenden Hahnenfußes sind im Gebiet nur begrenzt zu finden. Der potenzielle Lebensraum wird als „mäßig“ bis „schlecht“ bewertet.
- Aktuell sind vier der 19 Mühlenstandorte für Fische flussaufwärts durchgängig. Darüber hinaus existieren kleinere Abstürze in einigen Seitenbächen, die die flussaufwärts gerichtete Durchgängigkeit verhindern.
- Betrachtet man die flussabwärts gerichtete Passierbarkeit, so wird sie an drei Mühlenstandorten als „schlecht“ bewertet, sieben Standorte verfügen über eine „eingeschränkte“ und acht weitere über eine „gute“ Abwärtspassierbarkeit.
- Bei fast allen Mühlen muss für den Betrieb Wasser aus dem Mutterbett ausgeleitet werden. Der ursprüngliche Bach wird

dadurch zur Ausleitungsstrecke. Mehrere Faktoren bestimmen das Ausmaß der Lebensraumveränderung in diesen Strecken. Die Betriebsweise der Mühlen (permanenter oder zeitweiser Betrieb) spielt dabei eine wesentliche Rolle. Nur eine Mühle stellt ein Flusskraftwerk dar und liegt direkt im Gewässerbett.

- Rückstaurecken scheinen eine geringere ökologische Qualität aufzuweisen als frei fließende Gewässerstrecken. Daher bildet der Anteil der Strecken, die durch Rückstau und Ausleitung verändert sind, ein Maß für die Degradation eines Gewässers. Die daraus resultierende Lebensraumveränderung ist mäßig bis gering, wenn sie auf die Gesamtlänge der einzelnen Gewässer bezogen wird: Sie erreicht für die Geul 18 %, für zwei Zuflüsse Werte von 16 % und 11 %. Für alle anderen Nebenbäche ist die Lebensraumveränderung kleiner als 5 %.
- Betrachtet man einzelne Gewässerabschnitte zwischen zwei Standorten, gibt es in der Geul problematische Bereiche, in



**Bild 2:** Wasserrad der Volmolen (Quelle: IBFM)

denen Rückstaurecken sehr lang, zusätzlich das Gewässerbett breit und damit die Fließgeschwindigkeit relativ gering ist. Dabei sind Gewässerabschnitte problematisch, in denen Rückstau- und/oder Ausleitungsstrecken nahe aufeinander folgen und damit der Anteil der freien Fließstrecke die geforderten 75 % unterschreitet.

### 3 Das Prüfschema

Es wurde ein Prüfschema entwickelt, das die Auswirkungen des aktuellen und eines zusätzlichen Mühlenbetriebs auf die Gewässerökologie anschaulich darstellt. Die konkrete Ausarbeitung erfolgte am Beispiel der Geul.

#### 3.1 Bewertungsparameter

Folgende Kriterien wurden für die Bewertung herangezogen:

- Durchgängigkeit flussauf- und flussabwärts.
- Degradation von Rückstaurecken.
- Ausreichende Lebensraumgröße für Fische und Makrofauna.

#### 3.2 Aufbau des Schemas

Der Verlauf der Geul wird schematisch von der Grenze zu Belgien (unten) bis zur Mündung in die Maas (oben) dargestellt (Bilder 4 und 5). Es sind Querbauwerke (dargestellt als Quadrate) und Wassermühlen (Sternsymbole), die Gewässerabschnitte dazwischen und die Seitenbäche der Geul mit ihren untersten Wanderhindernissen eingezeichnet. Die Längenverhältnisse sind nur näherungsweise wiedergegeben. Das Schema besteht aus zwei Hälften: die linke Seite (Stränge 1 bis 7) repräsentiert den aktuellen Zustand, die rechte Seite (Stränge 8 bis 14) den Zustand nach Inbetriebnahme aller Mühlen. Es wird davon ausgegangen, dass in Zukunft bei bestehenden Wassermühlen oder bei Wiederinbetriebnahmen keine Maßnahmen für den Fischschutz oder Fischabstieg durchsetzbar sein werden. Die Bewertung entspricht daher dem aktuellen Zustand.

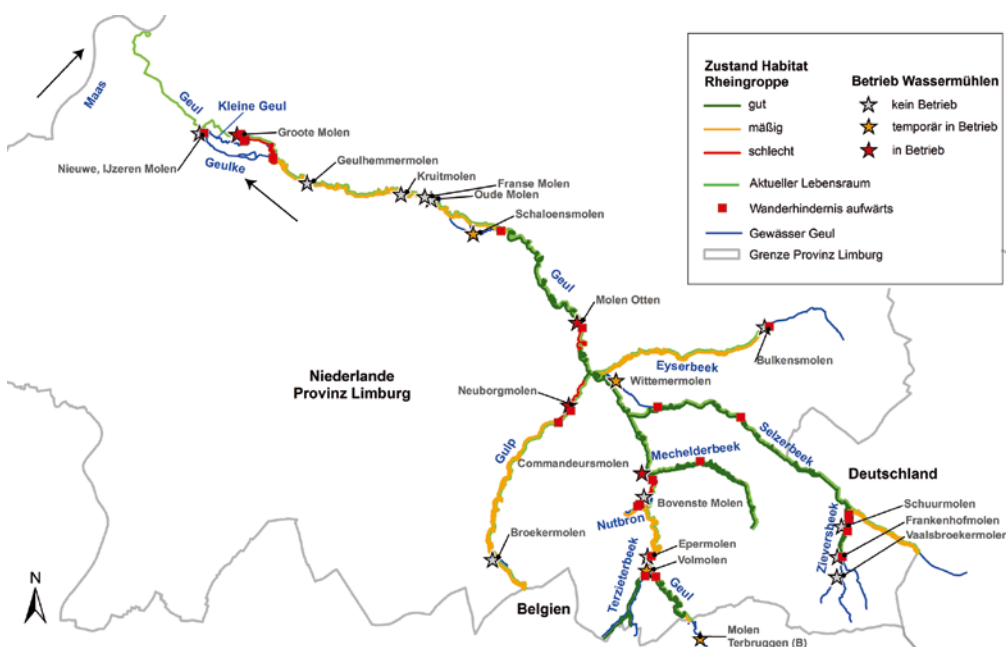
Es sind Stränge dargestellt, die die Ausgangssituation repräsentieren (Stränge 1, 2 und 8, 9) und solche, die eine gewässerökologische Bewertung darstellen (Stränge 2 bis 7 und 9 bis 14).

- Stränge 1 und 8: Betriebszustand der Wasserkraftanlage, Lage weiterer Staubauwerke; Strang 8 zeigt den zukünftigen Zustand, für den alle Wasserkraftanlagen in Betrieb sind.
- Stränge 2 und 9: Querbauwerke mit Angabe der Länge der Stau- und Ausleitungsstrecke.
- Stränge 3 und 10: Degradation des Lebensraums durch Rückstau: Angabe als Länge in Metern und in Gewässerbreiten (WB).
- Stränge 4, 5 und 11, 12: Flussaufwärts und flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit an den Standorten für Rheingruppe und Bachneunauge sowie Bewertung der absoluten Größe des durch Rückstau und Ausleitung unbeeinträchtigten Lebensraums
- Stränge 6, 7 und 13, 14: Flussaufwärts und flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit an den Standorten für die potenziell natürliche Fischfauna und für Makrozoobenthos sowie Bewertung der relativen Lebensraumveränderung durch Rückstau und Ausleitung zwischen zwei Standorten von Querbauwerken.

#### 3.3 Bewertungsregeln

##### Durchgängigkeit flussaufwärts

Die Bewertung erfolgt anhand der Parameter Auffindbarkeit und Passierbarkeit der Standorte in Anlehnung an [1] und [2]. Sie wird für alle Fischarten im Betrachtungsgebiet als gleich angesetzt. Für Makrozoobenthos wird die Bewertung eine Stufe besser angegeben, da viele Arten vermutlich durch Öffnungen in den Bauwerken oder als fliegende Stadien flussaufwärts wandern können. Für den zukünftigen Zustand wird davon ausgegangen, dass im Zuge von neuen Zulassungen von Wasserkraftanlagen die Durchgängigkeit verbessert wird und dann als „gut“ bewertet werden kann.



**Bild 3:** Bewertung des Zustands der potenziellen Habitate der Rheingruppe [4] und aktueller Lebensraum gemäß Waterschap Roer en Overmaas (Quelle: Karte: IBFM, Daten: Reitz, Provinz Limburg und Waterschap Roer en Overmaas)

### Durchgängigkeit flussabwärts

Die Bewertung wird auch hier für alle Fischarten als gleich eingestuft. Für temporär betriebene Mühlen wird sie als „gut“ eingeschätzt, wenn es kein Schädigungsrisiko beim Abstieg über das Staubaufwerk gibt. Beim Betrieb eines Wasserrades wird das Schädigungsrisiko als „mäßig“ bewertet, da Schädigungen an Wasserrädern insbesondere in Spalten zwischen den Schaufeln und dem umgebenden Gehäuse möglich sind. Für Makrozoobenthos wird die Bewertung eine Stufe besser als diejenige für die Fische angesetzt.

### Durchgängigkeit/Veränderung von Rückstaustrrecken

Fließgewässer können in Stauräumen in Bezug auf eine Vielzahl von Parametern verändert werden [1]. Neben chemisch-physikalischen Veränderungen gehören hierzu hydromorphologische Veränderungen. Lange Staustrecken können auch eine Wanderbarriere darstellen. Die niedrige Fließgeschwindigkeit, die Sohlenbeschaffenheit und die chemische Veränderung können dazu führen, dass bestimmte Arten diese Zonen meiden und sich aufgrund der schwierigen Orientierung die insgesamt benötigten Wanderzeiten für den Fischaufstieg ggf. vergrößern. Es ist anzunehmen, dass diese Störung umso ausgeprägter sein wird, je größer die Länge der Rückstaustrücke im Vergleich zur Gewässergröße ist.

Folgende Annahmen werden nach Experteneinschätzung zugrunde gelegt:

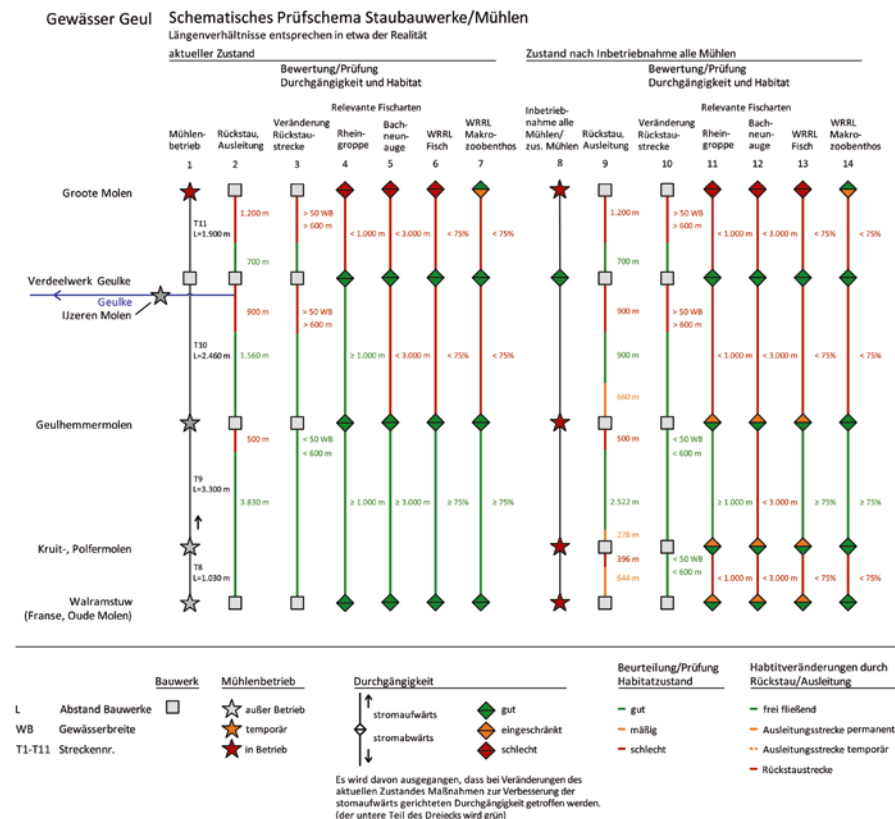
Die ungehinderte Durchgängigkeit der Rückstaustrücke hängt von der Gesamtlänge der Rückstaus ab und darf maximal 50-mal die Gewässerbreite betragen bei einem absoluten Maximum von 600 m.

### Ausreichende Habitatgrößen

Für das Geultal wurden als Zielarten aus Natura 2000 [3] die Rheingruppe und das Bachneunauge identifiziert. Als ausreichender Lebensraum für den Erhalt der Population wird für diese Arten eine frei strömende Gewässerstrecke von 1 000 bzw. 3 000 m für notwendig erachtet [4]. Darüber hinaus sollte für alle Fische und für das Makrozoobenthos als Lebensraum der Anteil unbeeinträchtigter, freier Fließstrecken zwischen zwei Standorten von Querbauwerken von mindestens 75 % der Strecke betragen, damit der Zustand des Lebensraums nur geringfügig beeinträchtigt wird.

## 4 Zusammenfassung

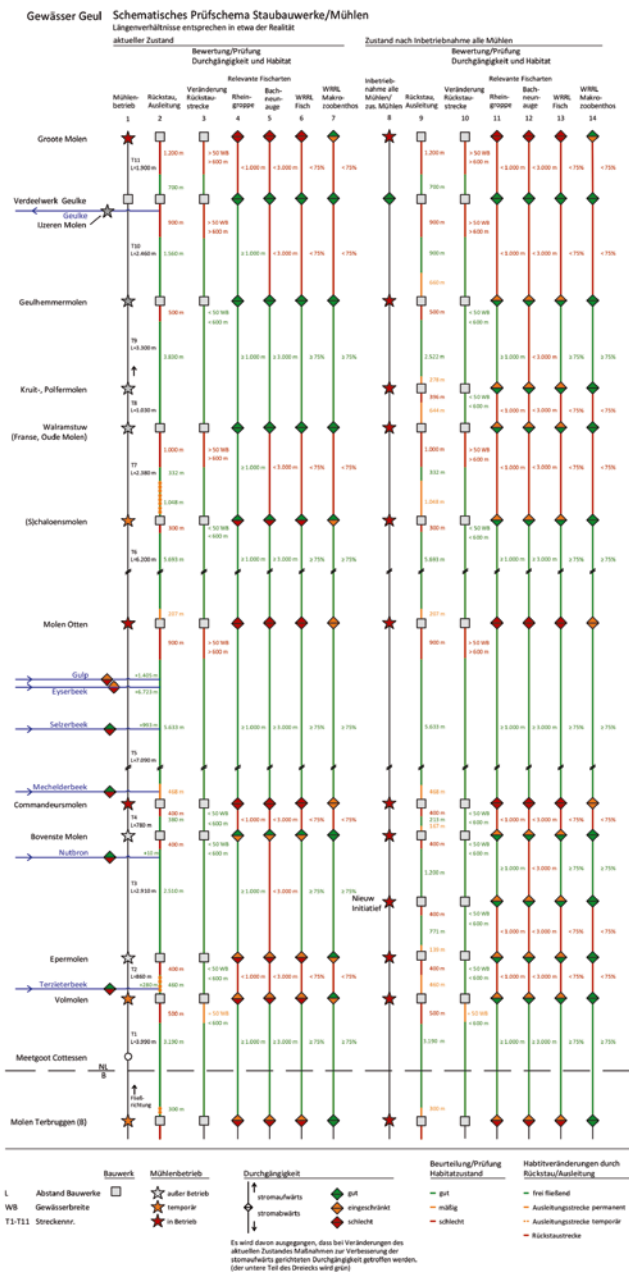
Am Beispiel des Geul-Einzugsgebietes wurde ein Bewertungssystem und ein entsprechendes, visuell aufbereitetes Prüfschema entwickelt, mit dessen Hilfe ein Vergleich zwischen dem aktuellen ökologischen Zustand der Geul und dem Zustand nach hypothetischer Inbetriebnahme aller vorhandenen Wasserkraftanlagen möglich ist. Als Bewertungsparameter wurden die flussaufwärts und flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit für Fische und Makrozoobenthos, die absolute und relative Größe des unbeeinträchtigten Lebensraumes für die Zeigerarten Rheingruppe und Bachneunauge sowie die relative unbeeinträchtigte Fließstrecke für die potenziell natürlich Fischfauna und die Makrofauna genutzt. Das Prüfschema zeigt, dass schon im aktuellen Zustand einzelne Streckenabschnitte stark überformt sind und somit eine relativ schlechte Bewertung erhalten. Werden Mühlen reaktiviert,



**Bild 4:** Ausschnitt aus Prüfschema zur Einschätzung der gewässerökologischen Veränderung in der Geul bei Inbetriebnahme von Wasserkraftanlagen; Schema für Gesamtstrecke (Bild 5) (Quelle: Anderer et al.)



oder neue Bauwerke errichtet, ist in weiteren Abschnitten der Geul mit einer zunehmenden Verschlechterung des Zustands zu rechnen. Das dargestellte Prüfschema ist geeignet, den gewässerökologischen Zustand anschaulich für einen oder mehrere Gewässerabschnitte oder ganze Gewässersysteme darzustellen. Die farbliche Gestaltung lässt Abschnitte, die sich z. B. in einem guten Zustand befinden, klar erkennen. Die Darstellung des Zustands nach Wiederinbetriebnahme von Wasserkraftanlagen macht eine mögliche Veränderung klar erkennbar. Das System ist für zusätzliche Bewertungskriterien erweiterbar und kann auf andere Gewässer übertragen werden.



**Bild 5:** Prüfschema für die gesamte Länge der niederländischen Geul (Quelle: Anderer et al.)

**Autoren**

**Dipl.-Phys. Pia Anderer**  
 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH (IBFM)  
 Bachstr. 62-64  
 52066 Aachen  
 pia.anderer@floecksmuehle-fwt.de

**Ir. Barend van Maanen**  
**Drs. Rob Gubbels**  
 Waterschap Roer en Overmaas  
 Postbus 185  
 6130 AD Sittard, Holland  
 b.vanmaanen@overmaas.nl  
 r.gubbels@overmaas.nl

**Mr. Ing. Inge Schugard**  
**Drs. Ing. Guido Verschoor**  
 Provincie Limburg  
 Postbus 5700  
 6202 MA Maastricht, Holland  
 ieam.schugard@prvlimburg.nl  
 g.verschoor@prvlimburg.nl

**Anne Reitz**  
 Büro für Landschaftsplanung  
 Friedrich-Ebert-Str. 20  
 56299 Ochtendung  
 anne.reitz@online.de

**Literatur**

- [1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf, 2005.
- [2] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. In: DWA-Merkblätter (2014), M 509.
- [3] NATURA 2000 Geuldal (Hrsg.): Concept-Beheerplan Geuldal. Provinz Limburg, 09.08.2009.
- [4] Reitz, A.; Lenz, S.: Gewässerökologische Betrachtung zur Flussgebietsstrategie Göhl/Geul. Ochtendung, 2014.

Pia Anderer, Rob Gubbels, Barend van Maanen, Anne Reitz, Inge Schugard and Guido Verschoor

**Ecological Evaluation of a River System with additional Hydropower Utilization**

The Geul catchment area is one of the most important stream systems in the Netherlands. In order to be able to efficiently evaluate and approve the commissioning of hydropower plants, a practical decision making aid (evaluation model) was developed which includes the environmental requirements of the EU Water Framework Directive and of Natura 2000. This evaluation model can be used to assess other water systems and may be complemented with additional evaluation criteria.



**Weitere Empfehlungen aus**  
[www.springerprofessional.de](http://www.springerprofessional.de):

**Inbetriebnahme Wasserkraftanlage**

Feßler, W.; Wiegand, V.; Brennauer, B.; Schuchert, M.: Das Projekt Illerkraftwerk Au — Eine ökologisch verträgliche Wasserkraftanlage mit dynamischer Stauzielregelung. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 02-03/2016. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.  
[www.springerprofessional.de/link/7501912](http://www.springerprofessional.de/link/7501912)

Giesecke, J.; Heimerl, St.: Grundsätze der Planung und Projektierung. In: Wasserkraftanlagen. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2014.  
[www.springerprofessional.de/link/4214986](http://www.springerprofessional.de/link/4214986)