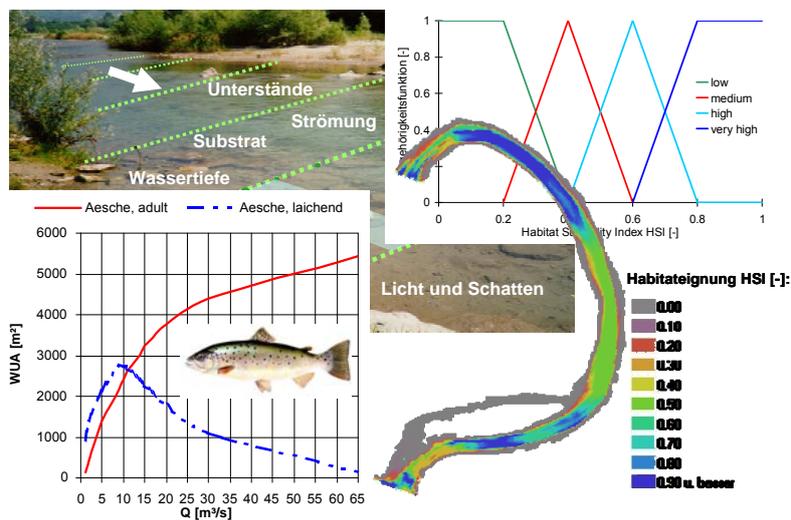


Handbuch für das Habitatsimulationsmodell

CASiMiR

Modul: CASiMiR-Fish

Base Version



Stand: Oktober 2010

zusammengestellt von Matthias Schneider, Markus Noack, Tobias Gebler
und Ianina Kopecki

Copyright und Lizenzbedingungen

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Handbuch und die dazugehörigen Programme enthalten urheberrechtlich geschützte Informationen. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Herausgebers ist es nicht gestattet, die Dokumentation oder die Programme (auch teilweise) zu reproduzieren, zu übersetzen, zu dekompileieren oder in irgendeiner anderen Form zu übertragen, zu vervielfältigen oder zu verbreiten.

Bei in dieser Schrift verwendeten Namen und Bezeichnungen kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie frei von gewerblichen Schutzrechten sind. So sind z.B. "Microsoft Windows" und "MS-DOS" Waren der Microsoft Corporation.

Über die ausführlichen Lizenzbedingungen werden Sie bei der Installation der Software informiert.

Hinweise

Sowohl die sje Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH, als auch die Universität Stuttgart übernehmen für den Inhalt dieser Kurzanleitung oder die dazugehörigen Programme keinerlei Haftung. Etwaige Schadensersatzansprüche bestehen nur bei nachweislichem Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit.

Änderungen, die der technischen Weiterentwicklung dienen, und Irrtum bleiben vorbehalten.

Kontakt Daten:

sje - Schneider & Jorde
Ecological Engineering GmbH
Viereichenweg 12
D-70569 Stuttgart

Fon: +49-(0)711-677-3435
Fax: +49-(0)711-677-3436
E-Mail: mailbox@sjeweb.de
URL: <http://www.sjeweb.de>

Universität Stuttgart
Institut für Wasserbau
Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft
Pfaffenwaldring 61
D-70569 Stuttgart

Fon: +49-(0)711-685-64752
Fax: +49-(0)711-685-64746
E-Mail: casimir@iws.uni-stuttgart.de
URL: <http://www.iws.uni-stuttgart.de>
URL: <http://www.casimir-software.de>

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	5
1.1	Habitatmodellierung	5
1.2	Die Entwicklung von CASiMiR-Fish	5
1.3	Modellierungsprinzip	6
1.3.1	Präferenzfunktionen	6
1.3.2	Fuzzy-Logik	7
2	DAS MODUL: CASIMIR-FISH	8
2.1	Anwendungsmöglichkeiten	8
2.2	Ablauf einer CASiMiR-Fish Untersuchung	9
2.3	Modellergebnisse	10
3	INSTALLATION UND START	11
3.1	Systemvoraussetzungen	11
3.2	Programminstallation	11
3.3	Programm starten	11
3.4	Programm beenden	12
3.5	Programm deinstallieren	12
4	PROGRAMMANWENDUNG	13
4.1	Projektbeschreibung	13
4.2	Erste Schritte mit CASiMiR-Fish	13
4.2.1	Öffnen von Geometrie- und Wasserspiegeldateien	13
4.2.2	Visualisierung von Strukturen und Hydraulik	15
4.2.3	Auswertung der Gewässereigenschaften	19
4.2.4	Öffnen von Habitatanspruchsdaten	20
4.2.5	Visualisierung der Habitateignung	20
4.2.6	Auswertung der Habitatberechnungen	22
4.2.7	Erstellen und Einlesen von „Fischplänen“	24

4.3	Modellanpassung	26
4.3.1	Abflusswirksamkeiten	26
4.3.2	Veränderung der Präferenzfunktionen/Fuzzy-Mengen	28
4.3.3	Anpassung der Strukturparameter	31
4.4	Weitere Möglichkeiten	32
4.4.1	Einlesen von Ganglinien	32
4.4.2	FST-Halbkugelberechnungen	33
4.4.3	Visualisierungsoptionen	35
4.4.4	Speichern und Kopieren von Bildschirmdarstellungen	35
4.5	Betrachtung der Eingangsdaten	36
5	ANWENDUNG AUF EIGENE PROJEKTE	37
5.1	Projektvoraussetzungen	37
5.2	Eingangsdaten und verwendete Dateiformate	37
5.2.1	Gerinnegeometrie und Strukturen	37
5.2.2	Wasserspiegel	44
5.2.3	Habitatansprüche	45
5.2.4	Fließgeschwindigkeiten	48
6	BEURTEILUNG DER HABITATEIGNUNG	49
7	LITERATURHINWEISE	50

1 Einführung

1.1 Habitatmodellierung

Ökologische Systeme wie Fließgewässer und ihre Lebensräume sind komplexe Systeme, die eine Vielzahl von Zusammenhängen zwischen biotischen und abiotischen Komponenten beinhalten. Habitatmodelle sind ein geeignetes Instrument für die Untersuchung der ökologischen Funktionsfähigkeit dieser Systeme. Sie ermöglichen es, Aussagen über die Qualität der Lebensräume für im betrachteten System angesiedelte Lebewesen zu treffen. Die Vorteile dieser Modelle sind dabei vor allem in den folgenden Zusammenhängen begründet:

- *Der ökologische Zustand eines Gewässersystems ist unmittelbar gekoppelt mit den Lebensbedingungen für die typischerweise angesiedelten Lebewesen.*
- *Mit Habitatmodellen kann der Einfluss von Abfluss- und Strukturänderungen auf die Lebensräume von Fischen, Invertebraten und Makrophyten vorausgesagt werden.*
- *Abflussänderungen in Fließgewässern wirken sich primär auf Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Substratzusammensetzung aus, die alle Hauptfaktoren der Habitatqualität und -modellierung sind.*
- *Durch den Bezug des Habitatangebots auf den Abfluss wird eine quantitative Basis geschaffen, die es erlaubt, ökologische Bewertungen den Nutzungsansprüchen gegenüberzustellen.*

In der Wasserrahmenrichtlinie 2000 (WRRL) gelten Fische, durch ihre zeitlich und räumlich variierenden Habitatansprüche während ihres Lebenszyklus und als Ende der Nahrungskette, als eine der wichtigsten Indikatorarten, um die ökologische Funktionsfähigkeit von Fließgewässern zu beurteilen.

1.2 Die Entwicklung von CASiMiR-Fish

Das am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart seit Beginn der 90er Jahre entwickelte Simulationsmodell CASMIR (**C**omputer **A**ided **S**imulation System for **I**nstream **F**low **R**equirements) war zunächst auf die Lebensräume von benthischen Organismen ausgerichtet (JORDE, 1996). Ursprüngliche Motivation war dabei vor allem die in einigen europäischen Ländern sehr aktuelle Frage der Mindestwasserabgaben an Ausleitungs- und Speicherkraftwerken. Deshalb wurden in das Modell gleichzeitig Möglichkeiten für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Wasserkraftanlagen integriert (siehe Modulhandbuch CASiMiR-Hydropower). In der Zwischenzeit ist das modular aufgebaute Modellsystem dahingehend erweitert worden, dass eine hoch aufgelöste Abbildung von Gewässerabschnitten, deren strukturelle und hydraulische Untersuchung und die Analyse der Freiwasserzonen mit den beinhalteten Lebensräumen für Fische und Benthos-Organismen möglich ist.

Darüber hinaus existiert eine weitere CASiMiR-Version, die sich für stark strukturierte Fließgewässer eignet und auf zweidimensionalen hydraulischen Berechnungsergebnissen basiert. Es besteht die Möglichkeit, dieses Programm über die sje Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH käuflich zu erwerben.

Die neuere Modellentwicklung zielt darauf ab, die Untersuchung und Bewertung der Habitateignung eines Gewässers auch in einem größeren, regionalen Maßstab durchzuführen. Mit dem Habitatmodell MesoCASiMiR kann nun auch die Bewertung und das Management

von Gewässern nach der Wasserrahmenrichtlinie erfolgen, deren kleinste Einheit ein Wasserkörper mit der Ausdehnung von rund 200 km² bildet.

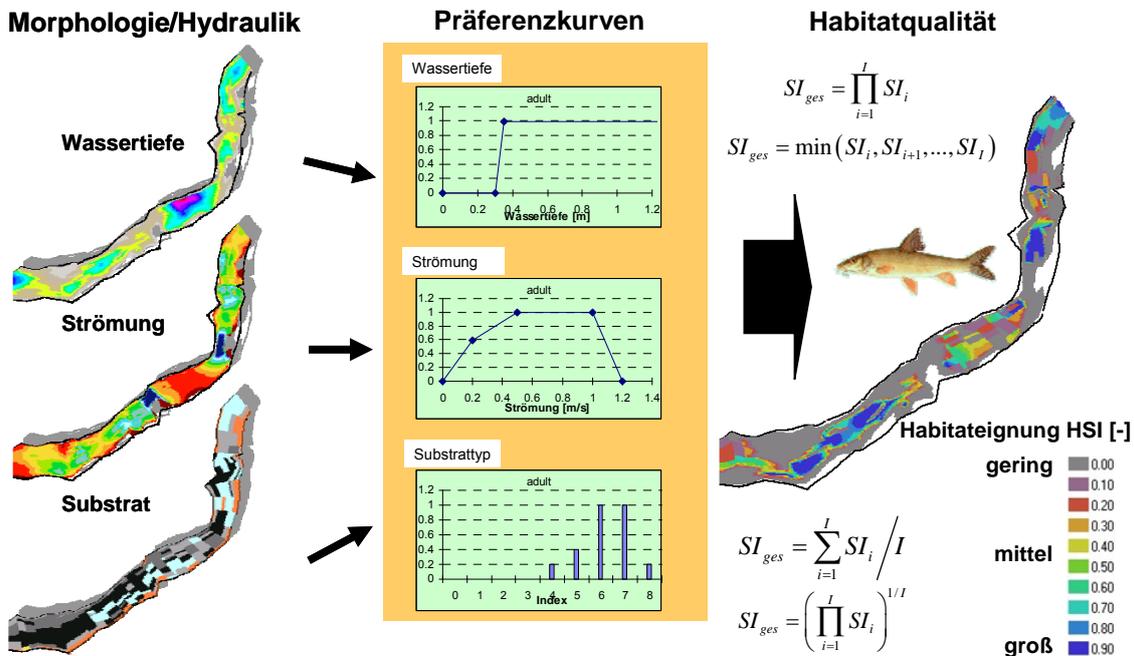
1.3 Modellierungsprinzip

Das Simulationsmodell ist modular aufgebaut mit Möglichkeiten zur Untersuchung der Gewässereigenschaften hinsichtlich Strukturen, Hydraulik und, daraus abgeleitet, dem Angebot an Lebensräumen als Anzeiger der ökologischen Funktionsfähigkeit. Grundlagen für die Fischhabitatsimulation sind Informationen über die zeitlich und räumlich variierenden Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen sowie über das vorhandene Sohlsubstrat. Laut BOVEE (1982) und HEGGENES (1988) zeigen Fischarten signifikante Präferenzen zu diesen drei traditionell verwendeten Habitatparametern. Die Verknüpfung dieser abiotischen Parameter zu einer Habitateignung erfolgt in CASiMiR-Fish entweder über univariate Präferenzfunktionen, die zu einer Gesamteignung aggregiert werden oder über einen multivariaten fuzzy-logischen Ansatz.

1.3.1 Präferenzfunktionen

Klassischerweise wird im Rahmen von Habitatmodellierungen die Verknüpfung von physikalischen (Wassertiefen, Strömung, Strukturen) und biologischen Größen (Habitatansprüche) über sogenannte Präferenzfunktionen vollzogen (s.a. BOVEE et al., 1998). Diese geben über einen Eignungsindex zwischen 0 und 1 an, wie gut die Ansprüche bezüglich eines Umgebungsparameters erfüllt sind. Präferenzfunktion beschreiben eine univariate Verknüpfung zwischen Abiotik und Biotik, die demnach zu Einzelhabitateignungen bezüglich einzelner Parameter (z.B. Wassertiefe) führt. Da die Habitatqualität durch die Ausprägung mehrerer Faktoren bestimmt ist, werden diese „Einzeleignungen“ mittels verschiedener Ansätze wie Multiplikation, Mittelung oder nach dem Minimum-Kriterium miteinander verknüpft.

Modellierungsprinzip von CASiMiR-Fish basierend auf Präferenzkurven:

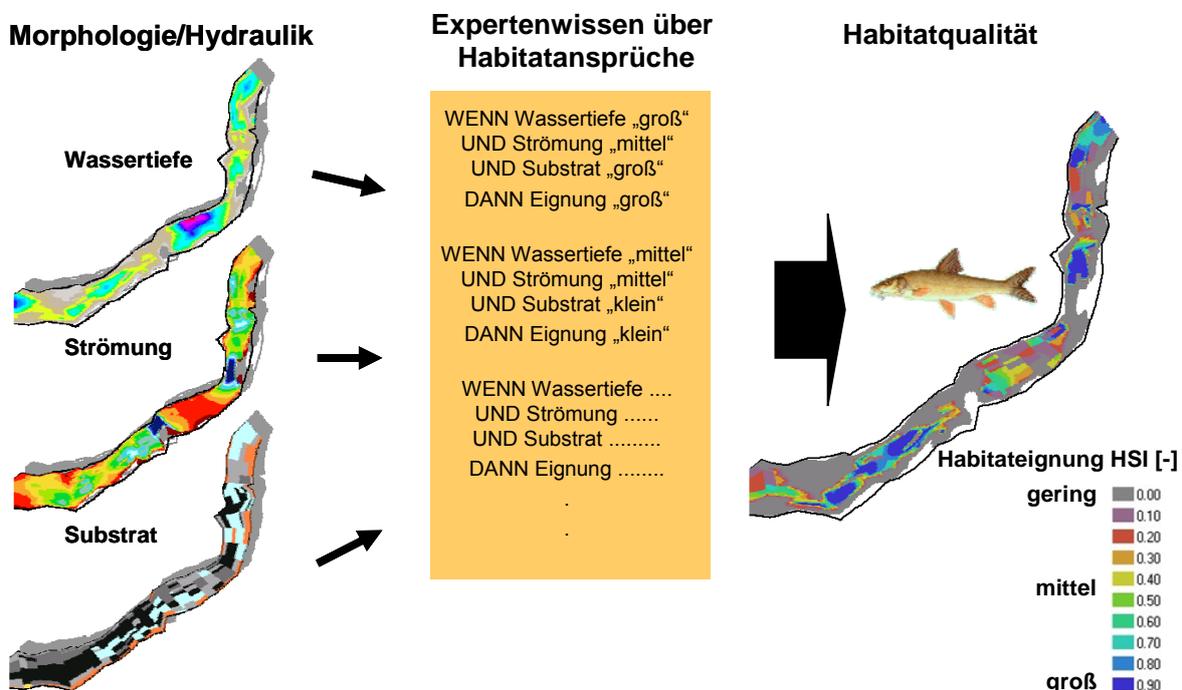


1.3.2 Fuzzy-Logik

In CASiMiR wurde zusätzlich zu diesem „klassischen“ Ansatz der Modellierung über Präferenzfunktionen ein neuer, auf fuzzy-logischen Prinzipien beruhender Ansatz implementiert (SCHNEIDER, 2001), der im Vergleich zu anderen Verfahren mehrere Vorteile mit sich bringt. Basiselement sind unscharfe Fuzzy-Mengen, mit denen sich linguistische Variablen wie ‚große‘, ‚mittlere‘ oder ‚kleine Wassertiefe‘ beschreiben lassen. Diese Art der Definition kommt der Formulierung von ökologischen Sachverhalten sehr entgegen, da sich die Wirkungszusammenhänge dort selten durch exakte Funktionen beschreiben lassen, sondern häufig nur abgeschätzt werden können. Vorhandenes Expertenwissen lässt sich auf diese Weise einfacher in Berechnungen einbinden und die Anpassung an verschiedene Gewässertypen ist besser zu vollziehen. Die Vorteile sind:

- Das Wissen über Habitatansprüche von Gewässerorganismen, insbesondere Fische, liegt zumeist in qualitativer Form vor. Diese Art der Formulierung kommt ökologischen Formulierungen entgegen und wird in CASiMiR numerisch verarbeitet.
- Fuzzy-logische Berechnungen berücksichtigen das Zusammenwirken von habitatbeschreibenden Parametern, setzen aber keine Unabhängigkeit der Eingangsparameter voraus.
- In den fuzzy-logischen Ansatz können einfach zusätzliche Parameter einbezogen werden.
- Die Berechnungsschritte sind auch im Nachhinein nachvollziehbar und die Wirkungszusammenhänge können verdeutlicht werden (keine „black box“).

Fuzzy-logisches Modellierungsprinzip von CASiMiR-Fish:



2 Das Modul: CASiMiR-Fish

Das Hauptmodul zur Analyse des Freiwasserraums und der Uferzonen von Gewässern innerhalb des Systems CASiMiR ist das Fish-Modul. Dieses beinhaltet die integrierte strukturelle und hydraulische Darstellung von Gewässerabschnitten, sowie die über Präferenzfunktionen und fuzzy-logische Ansätze gegebene Option zur Ermittlung des Habitatangebots für Fische. Neu im Modul ist die Möglichkeit, räumlich referenzierte FST-Halbkuigel-Werte anhand von hydraulischen Kenngrößen zu berechnen (KOPECKI, 2008). Diese Werte können zur Ermittlung von Habitatqualitätskarten für Benthoszeigerarten (für die Ansprüche hinsichtlich FST-Halbkuigel-Werten vorliegen, in Form von Präferenzfunktionen oder Fuzzy-Regeln) verwendet werden.

In der vorliegenden Anleitung wird die Grundversion des Fish-Moduls CASiMiR-Fish Base, die einen einfachen Ansatz zur Berechnung lokaler Fließgeschwindigkeiten beinhaltet, der auf vorliegenden Wasserspiegellagenberechnungen oder – messungen basiert. Dieser ist nur für weitgehend homogene Gewässerabschnitte geeignet in denen die Fließrichtung einheitlich ist und in Querrichtung keine Wasserspiegeldifferenzen auftreten. Gewässerabschnitte, die über den Querschnitt verteilt unterschiedliche Fließrichtungen aufweisen oder deren Wasserspiegel in Querrichtung variiert, sollten nicht mit diesem Ansatz betrachtet werden. Ungenauigkeiten, die auf den physikalischen Vereinfachungen des Ansatzes resultieren, sind hier nicht vernachlässigbar. Für derartige Fälle sollten zweidimensionale hydraulische Berechnungsprogramme und ein erweitertes Fish-Modul (CASiMiR-Fish 2D) zum Einsatz kommen. Die von diesem erweiterten Fish-Modul erzeugten Geometrie- und Hydraulik-Dateien (srnet-Format) können allerdings auch mit der vorliegenden Base-Version importiert werden. D.h. eine Verarbeitung von 2D Hydraulik-Berechnungen ist nach vorheriger Transformation mit CASiMiR-Fish 2D möglich.

2.1 Anwendungsmöglichkeiten

Durch die Abbildung eines Gewässers mit seinen strukturellen und hydraulischen Eigenschaften ergeben sich weitreichende Möglichkeiten für die anschauliche Untersuchung wichtiger ökologischer Eigenschaften und Funktionen, wie z.B.

- Gewässercharakteristik,
- Durchwanderbarkeit,
- Qualität der Lebensräume,
- Quantität der Lebensräume.

Die Habitatqualität kann darüber hinaus durch die Ermittlung des WUA (weighted usable area) und des HHS (hydraulic habitat suitability index) quantifiziert werden. Diese Berechnungsgrößen lassen die Definition von Grenzwerten und eine Gegenüberstellung mit ökonomischen Kenngrößen (z.B. Jahresarbeitsvermögen einer Wasserkraftanlage) zu.

Ein besonderer Vorteil der Modellierung ist dabei die Prognosefähigkeit. So lassen sich durch Modellvariation bzw. Beaufschlagung mit unterschiedlichen Abflüssen auch die Veränderungen der Gewässereigenschaften in Folge äußerer Einflüsse wie Abflussregelungen, Errichten bzw. Entfernen von Wasserbauwerken, Uferrückbau, Renaturierung u.ä. beurteilen.

Eine derartige Beurteilung von zukünftigen Veränderungen ist hinsichtlich des Abflussverhaltens nur durch umfangreiche Dotationsversuche, hinsichtlich struktureller Veränderungen nur über Referenzstrecken oder Laborversuche, die einen Zielzustand vorgeben bzw. nachbilden, möglich. Solche Referenzstrecken sind in der Praxis aber meist nicht vorhanden, Laborversuche normalerweise sehr aufwendig.

2.2 Ablauf einer CASiMiR-Fish Untersuchung

Eine CASiMiR-Fish Untersuchung umfasst folgende Arbeitsschritte:

Standortwahl

Erste Beurteilung der vorliegenden Situation durch eine Ortsbegehung. Auswahl einer oder gegebenenfalls mehrerer geeigneter Referenzstrecken, die die charakteristischen Merkmale (Geometrie, Strömung, Substratverteilung, Beschattung, etc.) des Gewässers repräsentieren. Je nach Untersuchungsziel sollte der Gewässerabschnitt noch weitere Voraussetzungen erfüllen. So sollte beispielsweise ein Abschnitt mit pessimaler Wassertiefe enthalten sein, falls die Beurteilung der Durchwanderbarkeit des Gewässers von Interesse ist.

Datenerhebung

Geometrische Vermessung des gewählten Gewässerabschnitts durch mehrere Querschnitte, um die topographischen Verhältnisse möglichst genau zu erfassen. Kartierung der Gewässerstrukturen wie Substrattyp, Unterstände, Beschattung, etc.. Aufnahme von Wasserspiegellagen möglichst bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen, um abflussabhängige Modellaussagen zu erlauben. Um das Modell bzw. die Fuzzy-Mengen kalibrieren zu können sind überdies Daten von Befischungen notwendig.

Digitales Geländemodell

Aufbau eines digitalen Geländemodells unter Berücksichtigung der für die Habitateignung bestimmenden Größen, wie Substratbeschaffenheit, Fischunterstände, Pooltypen, Kolmation etc. durch Einlesen der erhobenen Messdaten.

Hydraulik

Gegebenenfalls Anwendung von hydraulischen Modellen wie HEC-RAS oder MIKE11 zur Berechnung von zusätzlichen Wasserspiegellagen, falls nur wenige vermessene Abflusssituationen vorliegen oder eine Vorgabe von Abflusswirksamkeiten auf Grund von fehlenden Geschwindigkeitsmessungen schwierig ist.

Ökologie

Erstellung von Präferenzkurven bzw. fuzzy-logischen Ansätzen zur Charakterisierung der Lebensraumsansprüche der zu untersuchenden Zeigerarten, gegebenenfalls für verschiedene Altersstadien durch anerkannte Fachleute.

CASiMiR-Modellierung (Modul CASiMiR-Fish)

Ermittlung der an jedem Messpunkt vorliegenden Fließgeschwindigkeit über ein internes Berechnungsmodul. Durch Festlegung der Abflusswirksamkeiten besteht die Möglichkeit einer Kalibrierung der hydraulischen Verhältnisse. Die Habitatqualität wird in Abhängigkeit vom Abfluss durch die Kopplung der strukturellen und hydraulischen Eigenschaften des Gewässerabschnitts mit den Präferenzkurven bzw. fuzzy-logische Ansätze ermittelt. Diese Ansätze lassen sich an Hand von Fischplänen kalibrieren.

Bewertung

Gegenüberstellung verschiedener Planungsvarianten mit wasserbaulichen oder flussbaulichen Eingriffen bezüglich ihrer ökologischen Auswirkungen. Über das Modul CASiMiR-Hydropower lassen sich zudem ökonomische Belange von ansässigen Wasserkraftbetreibern in die Bewertung einbeziehen.

2.3 Modellergebnisse

Durch die Verknüpfung von geometrischen und strukturellen Informationen mit Wasserspiegeln, Habitatansprüchen und Befischungsdaten lassen sich mit CASiMiR-Fish

- Grundrissdarstellungen für Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten, Strukturparameter wie Substrat, Unterstände u.ä. und daraus berechnete Habitateignungen,
- Querschnitte (z.B. Minimaltiefen),
- Längsschnitte (Talweg),
- 3D-Darstellungen,
- Fischpläne

erzeugen.

Außerdem besteht die Möglichkeit zur tabellarischen bzw. grafischen Ausgabe von

- benetzten Flächen,
- Häufigkeitsverteilungen für Wassertiefen, Strömung oder Substratklassen,
- Habitatverteilungen,
- Habitatangebot als integraler bzw. zusammengefasster Wert (WUA, HHS).

3 Installation und Start

3.1 Systemvoraussetzungen

Zum komfortablen Arbeiten mit CASIMIR-Fish gelten folgende Systemeigenschaften als Mindestvoraussetzung:

- MS Windows 32 bit Version (MS Windows 95 und höher),
- 32 MB Arbeitsspeicher (RAM),
- mindestens 28 MB Speicherplatz auf Festplatte (Programm inklusive Beispieldateien),
- 486-Prozessor empfohlen Pentium-Prozessor,
- mindestens 800 x 600 Pixel Bildschirmauflösung.

Für eine ausreichende Bildschirmdarstellung wird folgende Mindesteinstellung empfohlen:

- Bildschirmauflösung: 1280 x 1024 Pixel,
- Farbqualität: 16 Bit,
- Schriftgrad: Normal,
- Installation der Schriftart „Arial“ (gehört zum Standardumfang von MS Windows),
- Installation von OpenGL für 3-D Ansicht des Gerinnes (standardmäßig im Betriebssystem enthalten bzw. frei erhältlich z.B. unter www.opengl.org).

3.2 Programminstallation

- ☞ *Deinstallieren Sie, falls vorhanden, die alte CASiMiR-Fish Version (siehe 3.5). Prüfen Sie auch, ob die Icons auf dem Desktop bei der Deinstallation entfernt wurden. Falls nicht, löschen Sie diese bitte manuell.*
- ☞ *Laden Sie die aktuelle CASiMiR-Fish Version von der Homepage: <http://www.casimir-software.de/download.html> herunter.*
- ☞ *Starten Sie die Installation (z.B. durch Doppelklick auf die heruntergeladene exe-Datei im Windows-Explorer) und folgen Sie den Installationsanweisungen auf dem Bildschirm.*

Nach erfolgreicher Installation sollte auf Ihrer Windows-Basisoberfläche (Desktop) ein Symbol **CASiMiR-Fish** erscheinen.

3.3 Programm starten

Während der Installation hat das Setup-Programm eine neue Programmgruppe erstellt und das **CASiMiR-Fish** Programmsymbol in die angegebene Programmgruppe kopiert. Das Programm wird folgendermaßen gestartet:

- ☞ *Doppelklicken sie auf das Symbol **CASiMiR-Fish** im Desktop (Oberfläche, die nach Start von Windows erscheint).*

oder

Wählen Sie im Startmenü den Unterpunkt „Alle Programme“, dann die Programmgruppe **CASiMiR-Base** (bzw. den von Ihnen bei der Installation gewählten Namen), und wählen Sie das Programmsymbol **CASiMiR-Fish**

3.4 Programm beenden

☞ Wählen Sie im Menü **Datei / Projekt** den Befehl **CASiMiR-Fish beenden**.

3.5 Programm deinstallieren

Über das Windows **Startmenü** gelangen Sie zum Untermenü **Systemsteuerung**. Unter der Auswahlmöglichkeit **Software** werden Ihnen derzeit installierte Programme angezeigt, darunter auch **CASiMiR-Fish**. Nach Auswahl der Option „entfernen“ wird das Programm deinstalliert.

4 Programmanwendung

Anhand eines Anwendungsbeispiels am Neckar werden im Folgenden die grundlegenden Funktionen von CASiMiR-Fish näher erläutert.

4.1 Projektbeschreibung

Ziel der Beispielstudie ist die Festlegung eines geeigneten Mindestwasserabflusses für die Ausleitungsstrecke der Wasserkraftanlage Rappenberghalde.

Die gewählte Referenzstrecke befindet sich ca. 650 m unterhalb des Ausleitungswehrs. Die Teilstrecke beinhaltet die für diesen Gewässerabschnitt typischen Kiesbänke und enthält eine pessimale Stelle mit minimaler Wassertiefe, um eine Beurteilung der longitudinalen Durchgängigkeit in Abhängigkeit des Abflusses zu ermöglichen. Aufgrund der Strömungscharakteristik ist dieser Abschnitt für eine eindimensionale Modellierung gut geeignet.

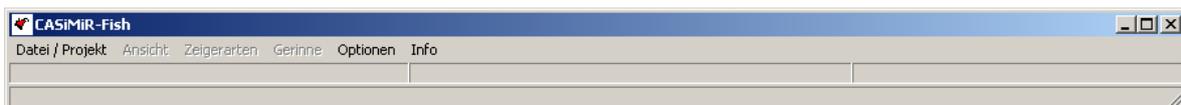


Für die Untersuchung wird der 154 Meter lange Gewässerabschnitt mit 20 Querprofilen vermessen. Dabei liegen zusätzliche Informationen über das dominierende Substrat, die Unterstände sowie die Lückigkeit der Sohle vor. Eine hydraulische Berechnung mit dem numerischen Programm HEC-RAS liefert zudem Wasserspiegellagen für 10 verschiedene Abflüsse für das Untersuchungsgebiet.

4.2 Erste Schritte mit CASiMiR-Fish

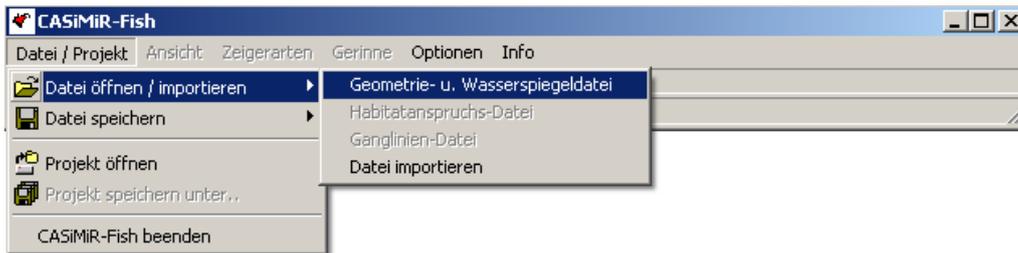
4.2.1 Öffnen von Geometrie- und Wasserspiegeldateien

Nachdem Sie das Programm gestartet haben erscheint die folgende Basismenüleiste **CASiMiR-Fish** auf Ihrem Bildschirm.



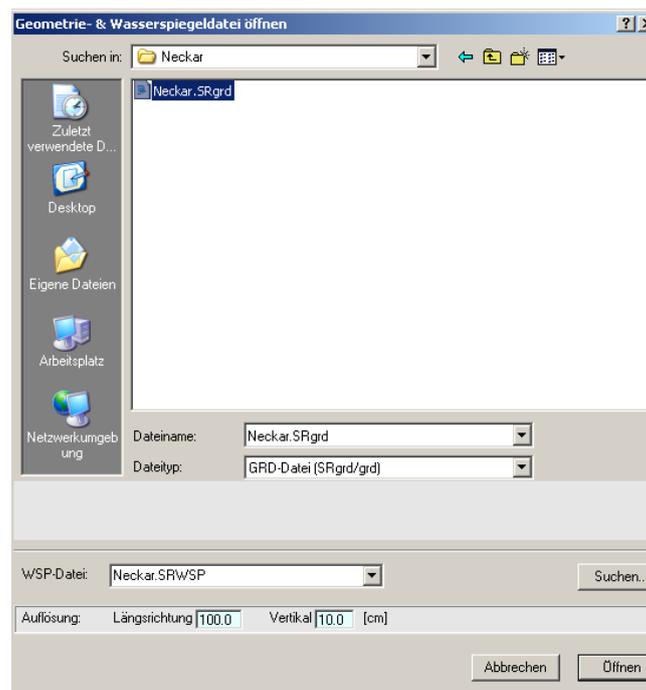
Um das Gewässermodell zu erzeugen sind zunächst die geometrischen und strukturellen Informationen einzulesen.

- ☞ Wählen Sie dazu in der Basismenüleiste **Datei/Projekt** gehen auf **Datei öffnen/importieren** und wählen Sie **Geometrie- u. Wasserspiegeldatei**.



Mit der vorliegenden Version sind Ihnen Eingabedaten für verschiedene Projekte (Flussabschnitte) mitgeliefert worden. Diese wurden bei der Programminstallation automatisch in dasselbe Verzeichnis **CASIMIR-Base** wie das Programm selbst (CASiMiR-Fish.exe) abgelegt. Über den Pfad **C:\Programme\CASiMiR-Base\Examples\Fish** gelangen Sie zu dem Unterordner **Neckar**. Prinzipiell besteht die Auswahl unter 2 verschiedenen Dateitypen (*.SRstr, *.SRgrd, vgl. Kap. 5.2.1). Im vorliegenden Fall liegt der Typ *.SRgrd vor.

- ☞ Wählen Sie aus dem Verzeichnis **Neckar** durch einmaliges klicken die Datei **Neckar.SRgrd**.



Im Dialogfenster können Sie sich auf eine Netzauflösung festlegen, die sich jedoch auf die Rechenzeit auswirkt. Beim Fallbeispiel Neckar kann eine höhere Auflösung als die Standardeinstellung gewählt werden.

- ☞ Geben Sie in das Fenster für die **Auflösung in Längsrichtung** den Wert **100.0** und **Vertikal** den Wert **10.0** ein.

Neben der Geometriedatei kann gleichzeitig eine Wasserspiegeldatei vom Typ *.SRwsp eingelesen werden. Der Pfad dieser Datei wird im Dialogfenster **WSP-Datei:** festgelegt. Das Programm wählt dabei selbständig die im selben Unterordner befindliche *.SRwsp Datei aus. Über den Button **Suchen...** besteht die Möglichkeit, eine Wasserspiegeldatei aus anderen Ordnern einzulesen.

- ☞ Überprüfen Sie, ob die Datei **Neckar.SRwsp** als WSP-Datei gewählt ist. Anderenfalls müssen Sie manuell den richtigen Pfad eingeben.
- ☞ Bestätigen Sie nun Ihre Einträge mit **OK**.

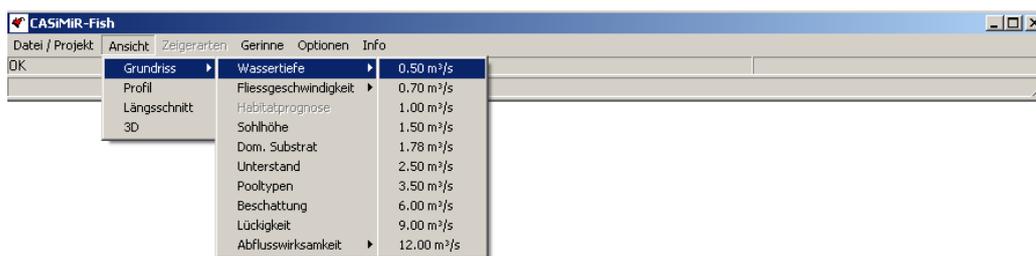
Es werden nun die Berechnungen zur Darstellung des Gewässerabschnitts mit räumlich zugeordneten Eigenschaften vorgenommen. Warten Sie, bis die Berechnungen, die durch einen Laufbalken angezeigt werden, abgeschlossen sind. Danach erscheint am linken Rand der Menüleiste „OK“.

4.2.2 Visualisierung von Strukturen und Hydraulik

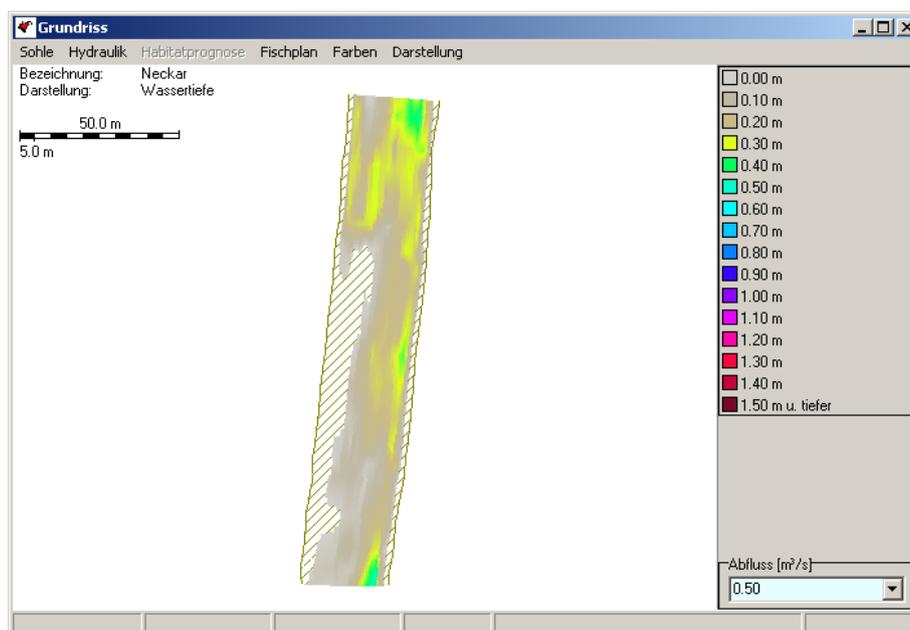
Nachdem die Gewässergeometrie und die Wasserspiegellagen eingelesen sind, lassen sich im Menü **Ansicht** der Gewässerabschnitt mit den in der Geometrie-Datei enthaltenen Informationen und den berechneten hydraulischen Eigenschaften visualisieren.

4.2.2.1 Grundrissdarstellung

- ☞ Wählen Sie dazu in der Basismenüleiste das Untermenü **Ansicht**, den Unterpunkt **Grundriss** und dann **Wassertiefe**. Es besteht eine Auswahl unter den in der Wasserspiegeldatei enthaltenen Abflüssen (s.a. Kap. 5.2.2).
- ☞ Wählen Sie den Abfluss **0.5 m³/s** durch Anklicken aus.



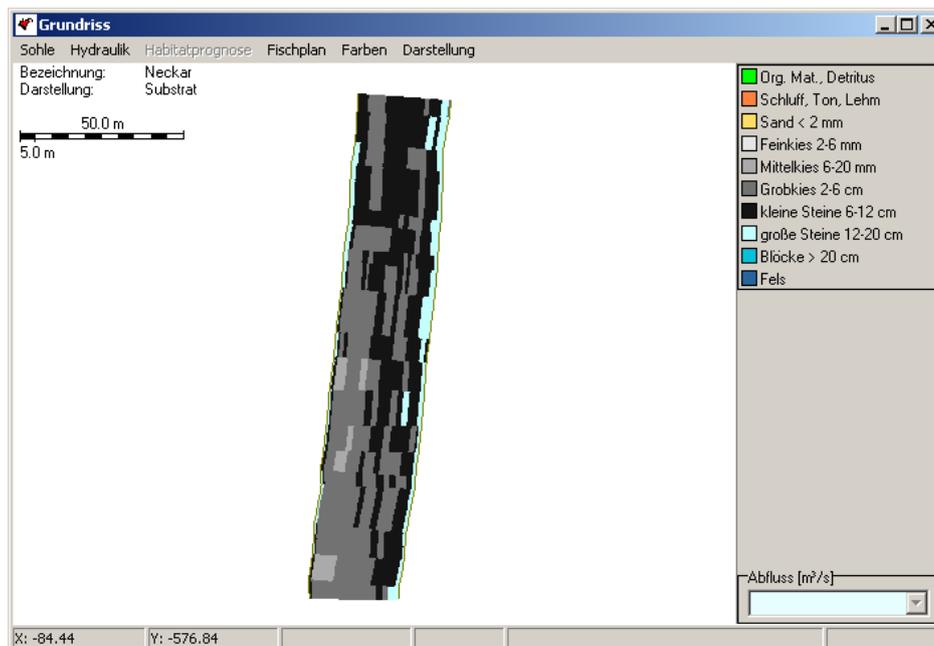
Es öffnet sich ein neues Fenster **Grundriss**, das die Wassertiefen beim ausgewählten Abfluss zeigt.



Sie können in dieser Ansicht rechts unten zwischen den vorgegebenen Abflüssen der Wasserspiegeldatei wählen oder manuell einen anderen zwischen dem niedrigsten und höchsten Abfluss gelegenen Wert eingeben. Außerdem enthält dieses Fenster unter anderem die Untermenüs **Sohle** und **Hydraulik**, in denen Sie unter den strukturellen bzw. hydraulischen Parametern wählen können.

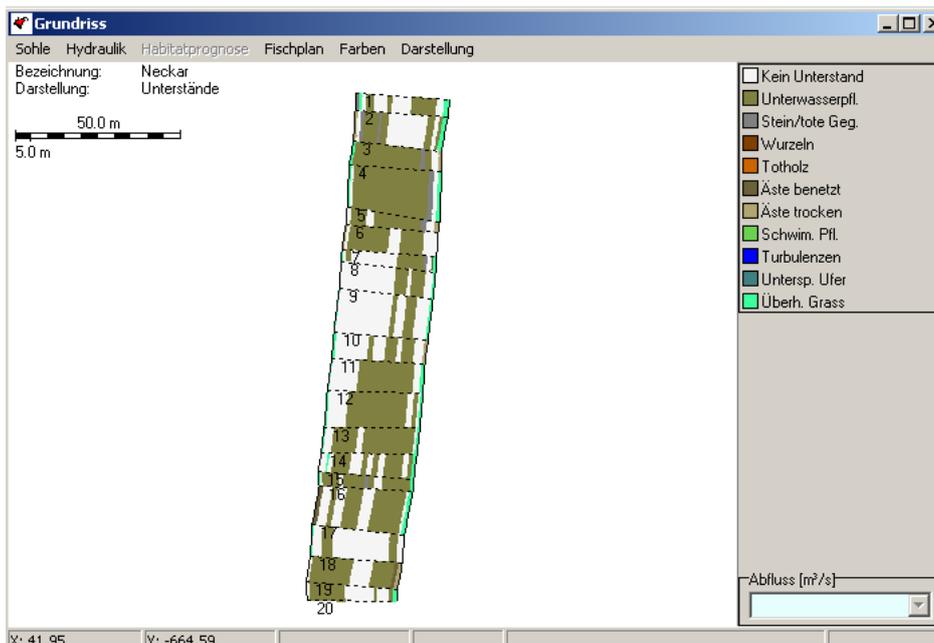
☞ Wählen Sie aus dem Menü **Sohle** die Option **dominierendes Substrat**.

Sie erhalten eine Darstellung, welche die Substratverteilung der Gewässerstrecke zeigt.



☞ Wählen Sie aus dem Menü **Sohle** die Option **Unterstände**.

☞ Wählen Sie aus dem Menü **Darstellung** den Unterpunkt **Querschnitte**.



Der Gewässergrundriss zeigt nun das in der Strecke vorhandene Unterstandangebot - zunächst unabhängig davon, ob die Unterstände vom Wasser erreicht werden oder nicht. Dies wird erst im Verlauf der Habitatmodellierung berücksichtigt. Zudem beinhaltet die Abbildung die Position der gemessenen und in der aktuellen Geometriedatei enthaltenen Querprofile mit entsprechender Nummerierung.

Das Menü des Fensters Grundriss enthält unter **Farben** und **Darstellung** zahlreiche weitere Optionen zum Ein- und Ausblenden von Elementen und zur Veränderung der Anzeige (s.a. Kap. 4.4.2).

☞ Wählen Sie in der Grundrissmenüleiste **Farben** die Option **Farbe nicht benetzter Flächen**. Und wählen Sie als Grundfarbe **Schwarz** aus.

Durch die neue Darstellung sind die Messquerschnitte gegenüber dem Hintergrund deutlicher zu erkennen.

☞ Wählen Sie im Grundrissmenü **Hydraulik** die Option **Fließgeschwindigkeit** mit dem Abfluss **0.5 m³/s**.

☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **CASIMIR-Fish** unter **Optionen** die **Rechenauflösung**.

☞ Verändern sie im Fenster **Auflösung** die Werte auf **30.0 cm** in Längsrichtung und **8.0 cm** in der Höhe und bestätigen Sie mit **OK**.

☞ Warten Sie bis die Berechnungen abgeschlossen sind.

Bei erhöhter Auflösung machen sich die verlängerten Rechenzeiten bemerkbar. Andererseits sollte die Auflösung nicht zu gering gewählt werden, damit der Gewässerverlauf nicht zu grob gerastert wird und damit z.B. minimale Wassertiefen oder Flachzonen am Ufer ungenau wiedergegeben werden. Hingegen sollte eine zu hohe Auflösung nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Gerinnewiedergabe auf Grundlage der Messprofile interpoliert wird.

Bei der Festlegung der Höhenauflösung wird der Gewässerquerschnitt durch horizontale Schichten mit entsprechendem Abstand verschnitten, wodurch Punkte in Querrichtung des Gewässers definiert werden. Bei sehr flachen Böschungen kann dies zu relativ großen horizontalen Punktabständen führen. Um dies zu vermeiden besteht die Option, den durch die Schichtung berechneten horizontalen Punktabstand zu begrenzen, um dadurch die Auflösung zu verbessern. Zusätzlich ist die Möglichkeit gegeben, für die Festlegungen nur benetzte Flächen zu berücksichtigen, um den Rechenzeitbedarf zu reduzieren.

☞ Wählen Sie wiederum in der Basismenüleiste die Option **Rechenauflösung**, erhöhen Sie die Werte auf **100.0 cm** in Längsrichtung und **10.0 cm** in der vertikalen Richtung und bestätigen Sie mit **OK**.

Folgende Funktionen stehen außerdem zur Verfügung:

☞ Um einen bestimmten Bereich der Grundrissdarstellung zu zoomen, halten Sie die Taste „Strg“ gedrückt und markieren gleichzeitig den gewünschten Grundrissbereich.

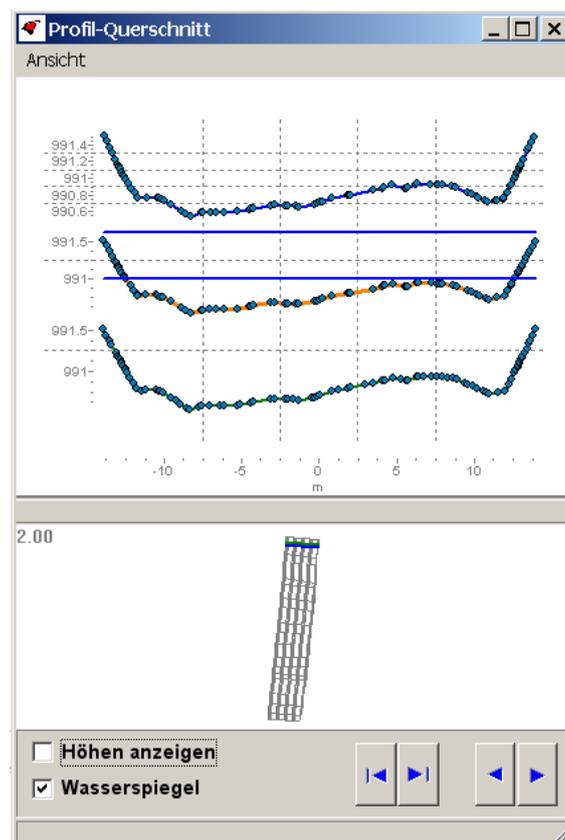
☞ Um die Grundrissdarstellung zu verschieben, halten Sie die Taste „Strg“ gedrückt und bewegen die Maus mit gedrückter rechter Maustaste

☞ Drücken sie die rechte Maustaste an beliebiger Position des Grundrissfensters, um zur originalen Ansicht zurückzugelangen.

4.2.2.2 Querschnittsdarstellung

Über eine Querschnittsdarstellung kann das Gewässer „durchwandert“ werden. In dieser Darstellung besteht außerdem die Möglichkeit, die Geometrie durch Höhenverschiebung einzelner Punkte zu verändern. Die mittlere Querschnittsdarstellung zeigt die Wasserspiegel beim höchsten und niedrigsten Abfluss, der in der Wasserspiegeldatei (*.SRWsp) enthalten ist.

☞ Wählen Sie im Basismenü unter **Ansicht** die Option **Querschnitt**.



☞ Schreiten Sie auf den Messquerschnitten entlang durch Bedienung der Pfeiltasten ▶.

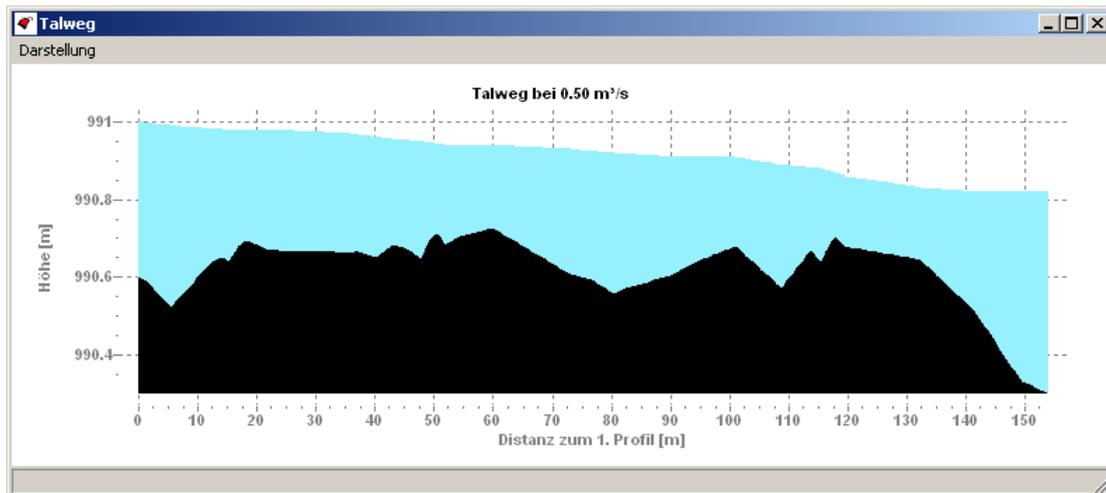
☞ Schreiten Sie auf den interpolierten Messquerschnitten entlang über die Pfeiltasten ▶.

☞ Lassen Sie sich die Höhen der Messpunkte anzeigen durch Wahl der Option **Höhen anzeigen**.

4.2.2.3 Längsschnittdarstellung

Mit Hilfe des Längsschnittes kann eine erste Abschätzung der Längsdurchgängigkeit, des Gefälles und der Gewässervariabilität erfolgen. Es ist dabei zu beachten, dass der sogenannte Talweg die jeweils tiefste Stelle in den Querschnitten wiedergibt ohne dass eine kontinuierliche „Verbindung“ zwischen diesen bestehen muss.

☞ Wählen Sie im **Basismenü** unter **Ansicht** die Option **Längsschnitt**.



- ☞ Zoomen Sie in die Darstellung hinein, indem Sie mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck von „links oben“ nach „rechts unten“ ziehen.
- ☞ Zoomen Sie aus der Darstellung heraus, indem Sie mit gedrückter linker Maustaste ein Rechteck von „rechts oben“ nach „links unten“ ziehen.

4.2.3 Auswertung der Gewässereigenschaften

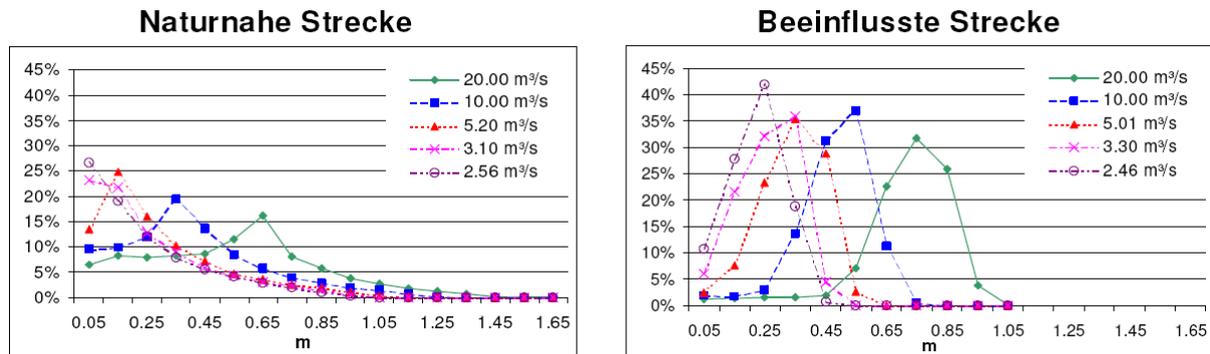
- ☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste unter **Gerinne** die Option **Eigenschaften**.

Gerinne-Daten										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Gerinne: Neckar									
2	Geometrie-Datei: D:\Kopeck\development\borland\casimir\for_InternetDownload\work\CASIMIR_Examples\CASIMIR-Fish\Neckar\Wecl									
3	Wasserspiegel-Datei: D:\Kopeck\development\borland\casimir\for_InternetDownload\work\CASIMIR_Examples\CASIMIR-Fish\Neckar\W									
4	Anzahl gemessener Profile: 20									
5	Gesamtlänge [m]: 0.0									
6	Auflösung Längsrichtung [cm]: 100.0									
7	Auflösung Vertikal [cm]: 10.0									
8										
9	Fläche Wasserspiegel / aq. Volumen:									
10	Abfluss [m³/s]	0.50	0.70	1.00	1.50	1.78	2.50	3.50	6.00	9.00
11	Fläche [m²]	3187.84	3484.94	3678.04	3899.60	3968.07	4028.98	4085.36	4189.73	4274.88
12	Volumen [m³]	529.77	648.95	766.04	967.81	1085.37	1219.48	1491.33	2073.24	2714.45
13										
14										
15	Benetzte Flächenanteile Substrat [m²]:									
16	Abfluss [m³/s]	0.50	0.70	1.00	1.50	1.78	2.50	3.50	6.00	9.00
17										
18	Org. Mat., Detritus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Schluff, Ton, Lehm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Sand < 2 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Feinkies 2-6 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Mittelkies 6-20 mm	60.77	85.90	105.42	114.82	125.02	133.73	136.80	136.80	136.80
23	Grobkies 2-6 cm	1363.64	1566.22	1696.23	1844.07	1876.23	1904.46	1914.46	1915.24	1917.46
24	kleine Steine 6-12 cm	1647.72	1706.20	1739.04	1785.95	1799.23	1808.68	1822.89	1855.30	1868.79
25	große Steine 12-20 cm	115.71	126.63	137.36	154.76	167.59	181.91	211.20	282.38	351.83
26	Blöcke > 20 cm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Fels	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28										

Es erscheint eine tabellarische Übersicht der benetzten Flächen und des aquatischen Volumens für die in der Wasserspiegeldatei (*.SRwsp) enthaltenen Abflüsse. Außerdem werden neben den Flächenanteilen der verschiedenen Substrat-, Wassertiefen- und Fließgeschwindigkeitsklassen die Flächenanteile der FST-Halbkugelwerte für diese Abflüsse angegeben.

Diese Daten können markiert werden, über den Zwischenspeicher in ein Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. MS Excel) übertragen und dort grafisch dargestellt werden. Bei derarti-

gen Analysen zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen naturnahen und beeinflussten Gewässerabschnitten, die beispielsweise ein viel engeres Spektrum an Wassertiefen haben.



Um mit der Habitatsimulation fortfahren zu können, ist es erforderlich, Habitatanspruchsdaten einzulesen.

4.2.4 Öffnen von Habitatanspruchsdaten

Für die eigentliche Habitatmodellierung benötigen Sie Informationen über die Ansprüche der zu untersuchenden Arten.

Es wird hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die mit der CASiMiR-Base Version gelieferten, auf die Beispielgewässer abgestimmten Anspruchsdaten nicht ohne weiteres auf andere Gewässer übertragbar sind. Die Erstellung bzw. Anpassung von Präferenzfunktionen oder Fuzzy-Regeln ist von ausgewiesenen Fachleuten zu vollziehen. Die Übertragung auf andere Gewässer ist nur nach Prüfung durch derartige Experten zulässig, auch wenn diese auf den ersten Blick strukturell ähnlich erscheinen.

In diesem Fallbeispiel am Neckar wird die Habitateignung für die Leitfischart Äsche (engl. grayling) untersucht. CASiMiR kann derzeit zwei verschiedene Formate von Anspruchsdaten einlesen: Präferenzfunktionen und Fuzzy-Regelwerke (s.a. Kap. 5.2.3).

☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste im Menüpunkt **Datei/Projekt** -> **Datei öffnen** die Option **Habitatanspruchs-Datei**.

Es erscheint das Fenster „Habitatprognosedatei öffnen“.

☞ Wechseln Sie im Verzeichnis **Fish** in das Verzeichnis **habitat_demands_fuzzy** und weiter in den Unterordner **grayling**

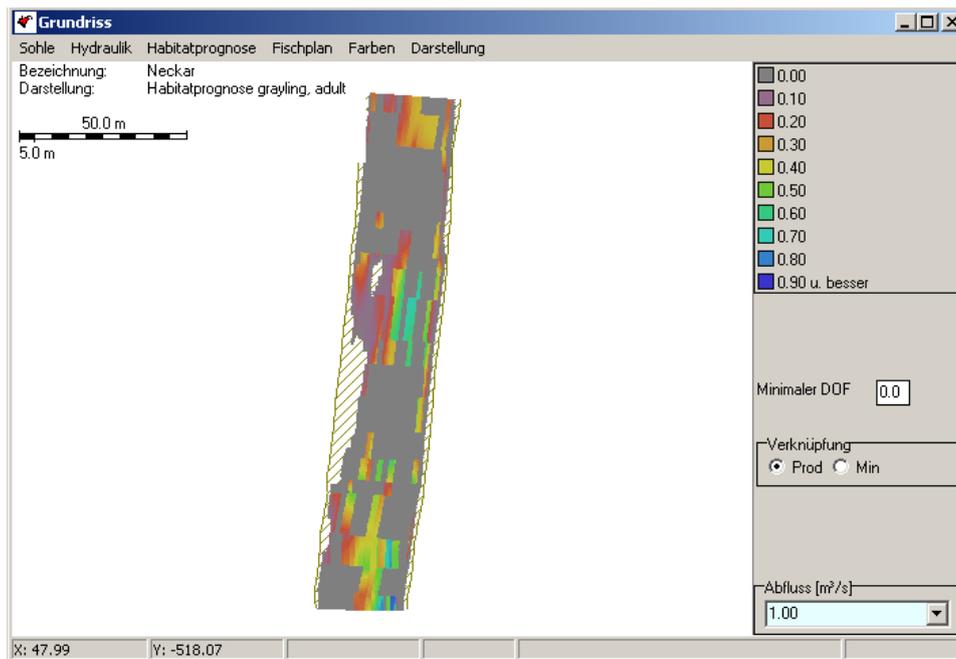
☞ Wählen Sie die Datei „grayling_adult.SRfzy“ aus und öffnen Sie diese.

Das Einlesen von Präferenzfunktionen entspricht der oben geschilderten Vorgehensweise, außer dass die Daten im Verzeichnis **habitat_demands_pref** liegen und die Erweiterung ***.SRprf** aufweisen.

4.2.5 Visualisierung der Habitateignung

☞ Wählen Sie im bereits geöffneten Fenster **Grundriss** den Menüpunkt **Habitatprognose** oder wählen Sie über das Hauptmenü unter **Ansicht** → **Grundriss** den Menüpunkt **Habitatprognose**. Sie können hier für die grayling, adult unter den Abflüssen wählen, die in der Wasserspiegeldatei enthalten sind.

☞ Wählen Sie zunächst den Abfluss **1.00 m³/s**.



Es erscheint die Visualisierung der Habitateignungen im untersuchten Gewässerabschnitt.

Rechts unten im Fenster können Sie, wie schon zuvor, den **Abfluss** mit den Pfeilen variieren bzw. von Hand eingeben.

Bei Variation der Abflüsse wird die Veränderung der Habitatqualität, die durch einen suitability index (SI) zwischen 0 (ungeeignet) und 1 (optimal geeignet) definiert sind, deutlich. Ein Vergleich mit der Abbildung der Unterstände auf Seite 16 verdeutlicht, dass vor allem die Gewässerbereiche mit Unterständen grau dargestellt sind, also eine sehr geringe Habitateignung aufweisen.

Standardmäßig wird für die Habitatberechnung ein Produktansatz verwendet (s.a. SCHNEIDER, 2001), in dem die drei Habitatparameter Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Substrat gleichwertig eingehen. Im Fenster **Verknüpfung** besteht aber auch die Auswahl zwischen einem Minimumansatz. Ein Wechsel der Berechnungsarten ist über sogenannte radio-buttons möglich.

Es besteht außerdem die Möglichkeit, einen minimalen Erfüllungsgrad (**DOF** = degree of fulfillment, s.a. Kap. 4.3.2.2) anzugeben. Es werden nur Fuzzy-Regeln für das Endergebnis verwendet, die mindestens diesen Erfüllungsgrad aufweisen (s.a. SCHNEIDER 2001). Der Erfüllungsgrad gibt an, wie gut eine Regel der Parameterkombination (Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Substrat, ...) in einem Gewässerelement entspricht. Standardmäßig ist dieser auf 0,0 eingestellt, d.h. es werden alle Regeln berücksichtigt, die einen Erfüllungsgrad ≥ 0 aufweisen.

Hinsichtlich der zu wählenden Berechnungsart gilt der Grundsatz: „Derjenige Ansatz ist der geeignetste, dessen Resultat am besten mit der Wirklichkeit - also Daten aus Beobachtungen oder Befischungen - übereinstimmt.“ In der Regel unterscheiden sich die Ergebnisse der zwei Ansätze jedoch nicht signifikant.

Beim Betrachten der Habitatmodellierungsergebnisse muss beachtet werden, dass die Eignungswerte auf eine Skala von 0 bis 1 transformiert sind (siehe SCHNEIDER, 2001). Bei Verwendung des Standard-CASiMiR-Fish-SI-Fuzzy-Sets (bestehend aus vier symmetrischen Membership-Funktionen), können die errechneten SI-Werte ohne diese Skalierung nur im Bereich von 0,16 bis 0,84 liegen, da maximal die Schwerpunkte der Fuzzy-Mengen

gering (L=Low) und sehr hoch (VH=Very High) erreicht werden können. Das heißt durch diese Standardisierung oder Standard-Skalierung werden die berechnete Minimaleignung von 0,16 auf 0,0 und die berechnete Maximaleignung von 0,84 auf 1,0 gesetzt. Diese Skalierung ist bei symmetrischer Definition der Eignungsmengen (wie bei den vordefinierten Standardsets gegeben) sinnvoll. Sie sollte aber bei einer Eigendefinition der Eignungsmengen überprüft werden, da sie bei unsymmetrischen und vom Abdeckungsbereich her sehr unterschiedlichen Eignungsmengen zu schwierig interpretierbaren Ergebnissen führen kann.

Um die Skalierung der Ergebnisse abzuschalten:

☞ Wählen Sie im **Basismenü** unter dem Menü **Optionen** den Punkt **Keine SI-Skalierung**.

4.2.6 Auswertung der Habitatberechnungen

Die Grundrissdarstellung der Habitateignungen ermöglicht zwar eine Beurteilung des Angebots an geeigneten Lebensräumen. Für die Darstellung der Abflussabhängigkeit ist es allerdings meist sinnvoll, das *Habitatangebot* als integralen Wert darzustellen. Dies ist in Form einer gewichteten nutzbaren Fläche, der sogenannten „weighted usable area“ (**WUA**) möglich. Dabei werden alle Einzelflächen A_i des Berechnungsnetzes mit ihrer Eignung SI_i multipliziert und nachfolgend aufsummiert.

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i \cdot SI_i = f(Q) \quad [m^2] \quad \text{mit } SI_i = \text{Habitateignung einer Einzelfläche (suitability index)}$$

Das Ergebnis ist eine Fläche, die im Falle der optimalen Eignung aller Einzelflächen ($SI=1,0$) der benetzten Fläche entspräche.

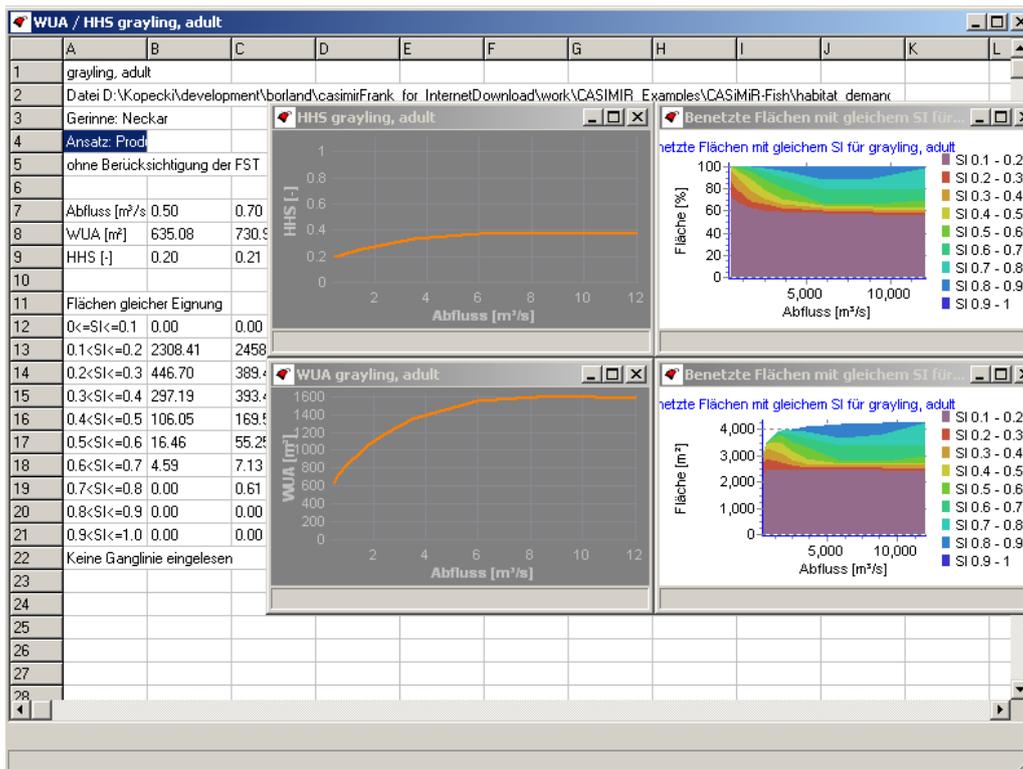
Eine andere Möglichkeit ist, dieses integrale Habitatangebot durch die benetzte Fläche A_{ges} zu dividieren, um den **HHS** (hydraulic-habitat-suitability-index, JORDE 1996) zu erhalten. Dieser stellt demnach das Habitatangebot als prozentualen Wert dar und eliminiert so den Einfluss der mit dem Abfluss veränderlichen benetzten Fläche.

$$HHS = \frac{1}{A_{ges}} \sum_{i=1}^n A_i \cdot SI_i = f(Q) \quad [-]$$

Beide Kennwerte stellen als abflussabhängige Funktionen wichtige Hilfsmittel bei der Bewertung des ökologischen Zustands von Gewässerabschnitten dar. Zum einen ist eine die Gegenüberstellung mit Referenzsimulationen möglich, zum anderen kann die Entwicklung des Habitatangebots mit dem Abfluss nachvollzogen werden.

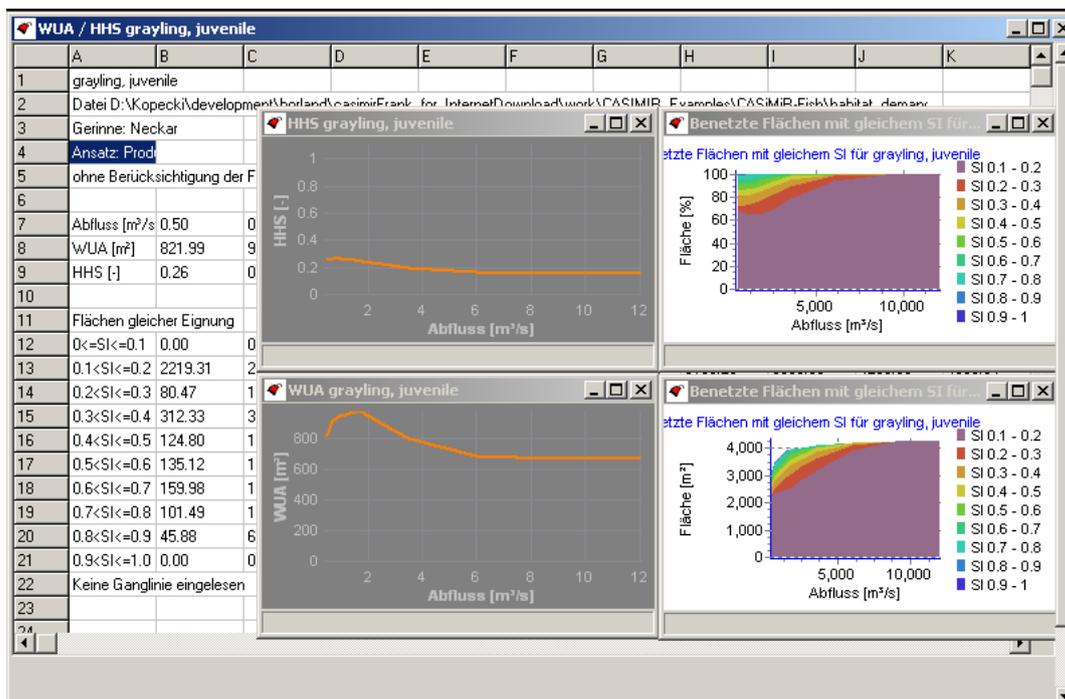
☞ Wählen Sie in der *Basismenüleiste* im Menüpunkt **Zeigerarten** unter *grayling_adult.SRfzy* die Option **WUA / HHS**

Das Programm berechnet die Habitateignungen nach dem von Ihnen aktuell gewählten Berechnungsansatz (s.a. Kap. 4.2.5) und erstellt eine Tabelle mit den Werten für die WUA und den HHS für alle Abflüsse, die in der Wasserspiegeldatei enthalten sind. Zusätzlich werden Diagramme aufgebaut, die den Verlauf der Kennwerte mit veränderlichem Abfluss darstellen.



Gemäß den Diagrammen ist die Habitateignung für adulte Äschen bei einem Abfluss von 9 m³/s am größten.

Bei der Festlegung der Mindestwassermenge sind jedoch auch andere Altersstadien der Äsche von Interesse. Die Fuzzy-Regeln für juvenile Äschen sind in der Datei **grayling_juvenile** enthalten. Nach der Berechnung der Habitateignung ergeben sich folgende Grafiken für den Verlauf von WUA bzw. HHS in Abhängigkeit der Abflüsse.



Die Visualisierung verdeutlicht, dass juvenile Äschen, im Gegensatz zu adulten Äschen, weit geringere Abflüsse in der Größenordnung von 1 m³/s favorisieren. Daher müssen in die

Festlegung eines sinnvollen Abflussspektrums verschiedenste Aspekte, die teilweise miteinander in Konflikt stehen, Berücksichtigung finden.

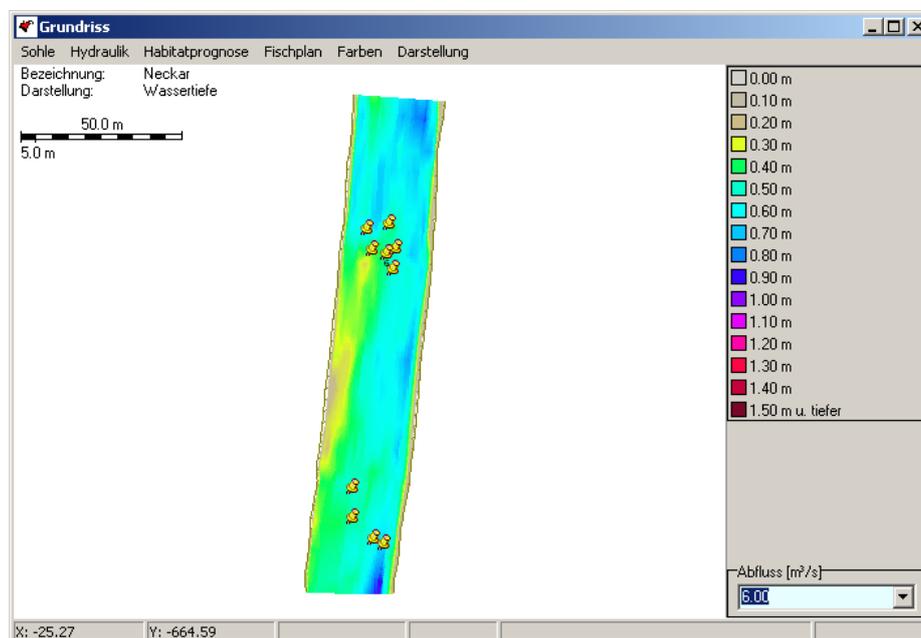
Das geöffnete Fenster enthält außerdem eine Tabelle mit den Flächenanteilen von 10 Eignungsklassen zwischen 0 und 1. Dies ist insofern sinnvoll, als dass der zum WUA oder HHS zusammengefasste Wert keine Information über die Verteilung der gut und schlecht geeigneten Flächenanteile liefert. So ist eine Fläche von 20 m² mit mittelmäßigen Eignungen von 0,3 in der Regel schlechter zu beurteilen als 5 m² mit sehr hohen Eignungswerten von 0,9 in Kombination mit 15 m², die einen Eignungswert von 0,1 aufweisen. Beide Konstellationen führen aber zu derselben WUA ($0,3 \times 20 = 0,9 \times 5 + 0,1 \times 15 = 6$). Auch dieser Gesichtspunkt spielt eine wichtige Rolle bei der Festlegung von Mindestwasserabflüssen. Zwei zusätzliche Diagramme, welche die Abhängigkeit der absoluten (m²) bzw. relativen(%) benetzten Flächen gleicher SI-Klassen vom Abfluss darstellen, veranschaulichen die Ergebnisse der obigen Tabelle.

Sämtliche Tabellendaten können markiert und über den Zwischenspeicher in andere Anwendungen kopiert und dort dargestellt werden.

4.2.7 Erstellen und Einlesen von „Fischplänen“

Der Vergleich mit den tatsächlichen Standplätzen von Fischen (aus E-Befischung oder Beobachtung) ermöglicht die Kalibrierung, d.h. die Anpassung des Modells an die gewässerspezifischen Bedingungen (s.a. Kap. 4.3). Zum anderen ist damit bei Vorliegen mehrerer Datensätze eine Validierung, d.h. eine Bewertung der Modellierungsgüte, möglich.

Um einen Fischplan anhand von Befischungsdaten zu erstellen wird am besten die Oberfläche „Wassertiefen“ verwendet.



Diese Standorte sollen Sie nun im Grundriss verzeichnen und daraus eine Datei, die diese Befischungsdaten enthält, erzeugen.

Fischstandorte können folgendermaßen eingegeben werden.

- ☞ *Klicken Sie bei gedrückter Hochsteltaste (Shift-Taste) mit der linken Maustaste auf Elemente innerhalb des Gewässer und erstellen Sie einen fiktiven Fischplan*

Durch erneutes Klicken bei gedrückter Hochsteltaste können sie eine falsch gesetzte Markierung wieder rückgängig machen. Sind an einer Stelle mehrere Fische verzeichnet, so können Sie die Fischanzahl an dieser Stelle erhöhen indem Sie mit der linken Maustaste erneut auf die bereits gesetzte Nadel klicken.

Nachdem Sie sämtliche Nadeln platziert haben, können Sie nun den Fischplan abspeichern.

- ☞ Wählen Sie in der Grundrissmenüleiste im Menüpunkt **Fischplan** die Option in **Datei speichern** und sichern Sie die Fischplandatei (*.SRfsp) in Ihrem Verzeichnis **Neckar** ab.

Sie können nun jederzeit Ihren erstellten Fischplan einlesen (**Grundrissmenü** → **Fischplan** → **aus Datei einlesen**).

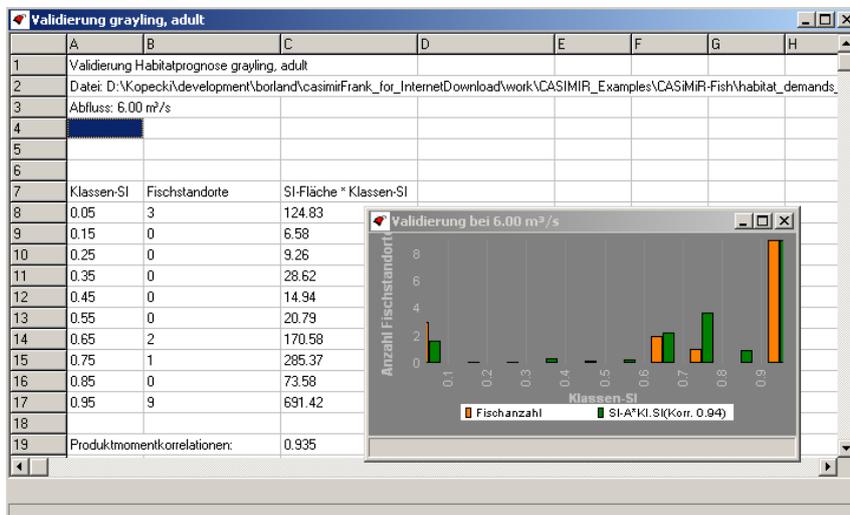
Anhand der Überlagerung von Darstellungen der Habitateignungen, Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten, Substraten und Unterständen mit Felddaten lassen sich Rückschlüsse auf die maßgebenden Habitatparameter ziehen. Im vorliegenden Fall ergibt sich, dass sich das untersuchte Altersstadium bevorzugt in unbewachsenen Bereichen aufhält, weshalb der Parameter Unterstand in dem Fuzzyregelwerk enthalten ist. In vielen Fällen bringt die alleinige Berücksichtigung der drei Hauptparameter Strömung, Wassertiefe und Substrat bereits eine gute Übereinstimmung mit beobachteten Standplätzen.

- ☞ Wählen Sie in der Menüleiste des Fensters **Grundriss** unter **Habitatprognose** die hier kartierte Art **grayling, adult** für den Abfluss **6.00 [m³/s]**.

Die alleinige visuelle Auswertung beinhaltet subjektive Fehleinschätzungen. Deshalb ist eine Evaluierungsroutine in das Modell integriert.

- ☞ Wählen Sie in der Menüleiste des Fensters **Grundriss** unter **Fischplan** die Option **Evaluierung Fischplan mit...** und dann wiederum die hier betrachtete **grayling_adult** für den Abfluss **6.00 [m³/s]**.

Es öffnet sich ein Fenster, das einen tabellarischen und grafischen Vergleich der Fischanzahl und des Habitatangebots in den 10 Eignungsklassen zwischen 0 und 1 beinhaltet. Anhand dieser Verteilungsfunktionen wird ein Korrelationskoeffizient berechnet. Je näher dieser Koeffizient bei 1 liegt, desto ähnlicher sind sich die Verteilungen, was wiederum für eine adäquate Modellgüte spricht. Da es sich im vorliegenden Fall um einen rein fiktiven Fischplan handelt, kann der Koeffizient beliebige Werte annehmen.



Es ist zu betonen, dass diese Auswertung nur bei Fischen mit geringen Fluchtdistanzen verlässliche Ergebnisse liefert. Eine geringe Ausweichbewegung während der Befischung kann bedeuten, dass der Fangort in prinzipiell wenig geeigneten Arealen liegt und somit die Auswertung verfälschen. Der Vergleich der Fischhäufigkeiten mit der Verteilung der Habitatqualitätsklassen ist insofern nur ein zusätzlicher Hinweis auf die Modellqualität. Maßgeblich sollte der Vergleich der Standorte mit den Habitateignungskarten sein und Zusatzfaktoren wie z.B. Publikumsverkehr am Ufer, das Vorhandensein von Predatoren oder räumlich unterschiedliches Nahrungsangebot berücksichtigt werden.

Außerdem hängt die Korrelation der Verteilungsfunktionen davon ab, ob die Skalierung der SI-Ergebniswerte auf der Skala zwischen 0 und 1 aktiviert wurde oder nicht (s. Kap. 4.2.5). Das liegt daran, dass die SI-Klassen von 0 bis 0,1 und von 0,9 bis 1,0 ohne Skalierung nicht auftreten und deshalb in diesem Fall in der Regel höhere Korrelationskoeffizienten berechnet werden.

4.3 Modellanpassung

4.3.1 Abflusswirksamkeiten

Der in CASiMiR-Fish integrierte Ansatz zur Berechnung der lokalen Fließgeschwindigkeiten ist einfach und beinhaltet als maßgebende Größen bekannte Wasserspiegellagen und daraus abgeleitet das Energieliniengefälle I_E , lokale Wassertiefen h_i , einen Widerstandsbeiwert nach Darcy-Weisbach λ , sowie einen Abflusswirksamkeitsfaktor f_{Aw} . Dieser Faktor dient dazu, Totwasserzonen bzw. Rückströmbereiche und schwach durchströmte Abschnitte zu kennzeichnen.

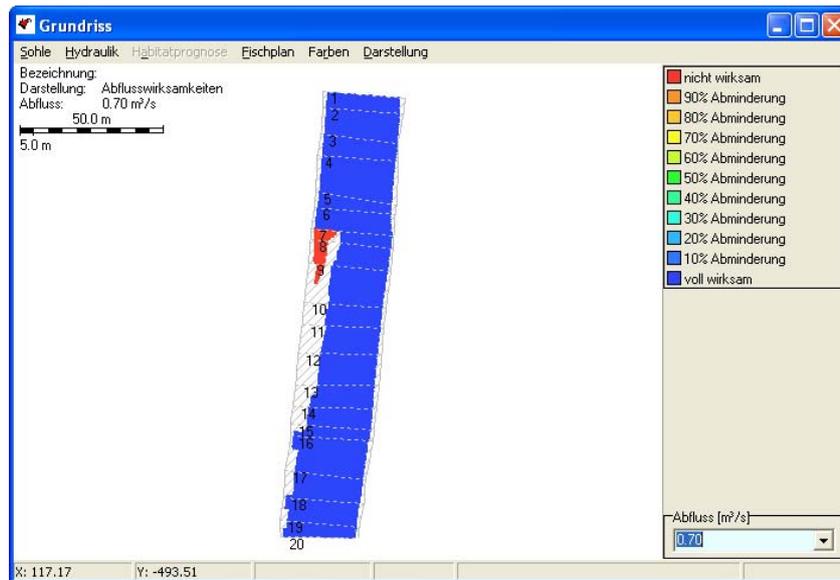
$$v_i = f_{Aw} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot h_i \cdot I_E}$$

Die mit dem Faktor verbundene Abflusswirksamkeit gibt an, in welchem Maße eine Gewässerzelle zum Abfluss beiträgt. Da bei Totarmen oder im Strömungsschatten von Einbuchtungen offensichtlich ist, dass die Abflusswirksamkeit reduziert ist, beinhaltet das Modell eine Möglichkeit, den Faktor f_{Aw} anzupassen.

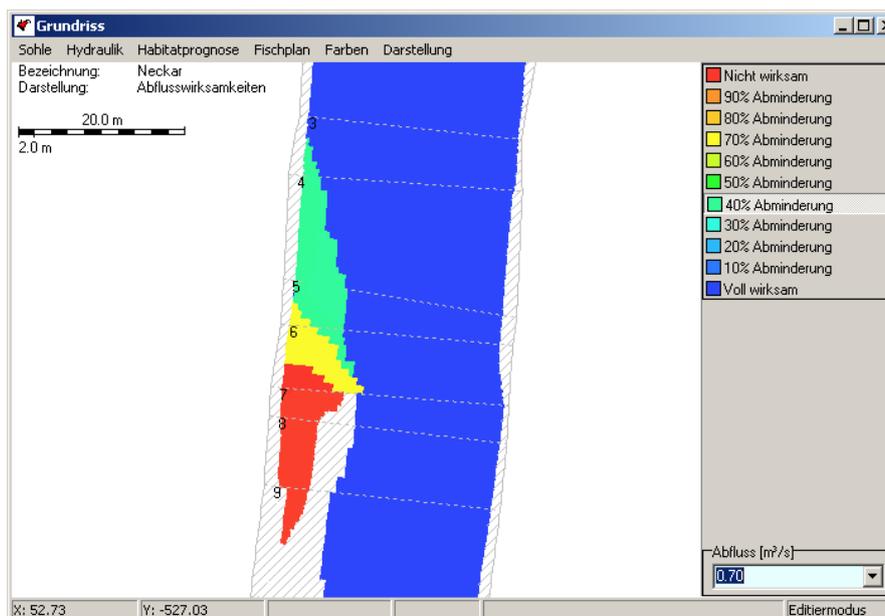
☞ Wählen Sie in der Menüleiste des Fensters **Grundriss** unter **Hydraulik** die Option **Abflusswirksamkeiten** und den Abfluss **0.70 m³/s**.

☞ Aktivieren Sie im Menüpunkt **Darstellung** die Option **Querschnitte**.

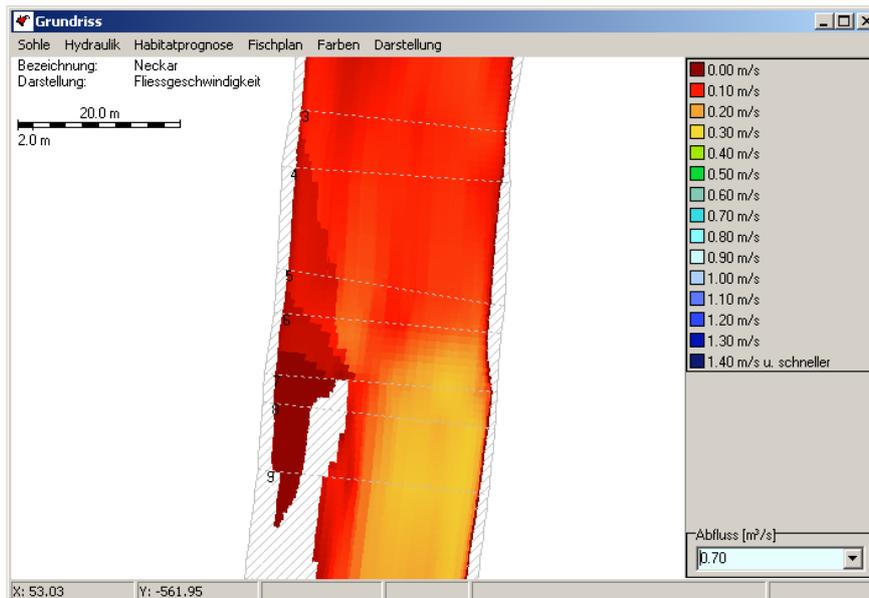
Es wird ersichtlich, dass das Programm einzelne Zonen, die nicht abflusswirksam sind, selbsttätig erkennt. Diese Zonen sind jedoch in der Regel zu scharf begrenzt, so dass sie durch den Benutzer zu erweitern bzw. zu ergänzen sind.



- ☞ Vergrößern Sie den Bereich zwischen Querschnitt 3 und 11 in dem Sie die Taste „Strg“ gedrückt halten und mit der linken Maustaste gleichzeitig den gewünschten Grundrissbereich markieren.



- ☞ Klicken Sie in der Legende auf die Stufe **nicht wirksam**, so dass der Mauszeiger sich von einem Pfeil zu einem Kreuz ändert, wenn er über benetzte Fläche geführt wird (Wirksamkeitszeichner aktiviert)
- ☞ Markieren Sie die nicht abflusswirksamen Bereiche am rechten Ufer, wie in der Abbildung gezeigt, indem Sie gleichzeitig die Alt-Taste und die linke Maustaste gedrückt halten. Um die Abflusswirksamkeitswert zu ändern, müssen Sie verschiedene Farben aus der Wirksamkeitspalette jeweils zuvor aktivieren.
- ☞ Deaktivieren Sie den Wirksamkeitszeichner durch Klicken auf dem aktivierten Wert in der Palette mit der rechten Maustaste.
- ☞ Wählen Sie unter **Hydraulik** die Option **Fließgeschwindigkeiten** bei **0.70 [m³/s]**

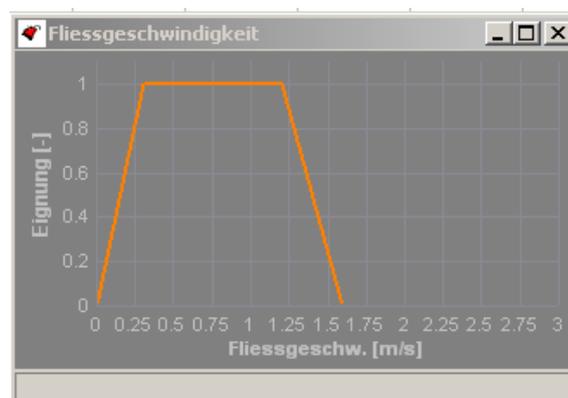


Sie erhalten eine Darstellung ähnlich der oben abgebildeten. Die berechneten Fließgeschwindigkeiten sind eine Annäherung und können aufgrund des einfachen Ansatzes keine genaue Nachbildung der realen Strömung liefern. Es hat sich jedoch in zahlreichen Anwendungen gezeigt, dass mit dem verwendeten Ansatz eine realistische Beschreibung der Strömungsverhältnisse in Fließgewässern erreicht wird, solange die Geometrie, und damit die Hydraulik, nicht zu komplex ist (z.B. zahlreiche Verzweigungen, Verblockung, Rückströmungen). Für diese Fälle wird die Verwendung von zweidimensionalen hydraulischen Modellen empfohlen, sowie die CASiMiR-Fish 2D Version, die das Importieren dieser Berechnungsergebnisse unterstützt.

4.3.2 Veränderung der Präferenzfunktionen/Fuzzy-Mengen

4.3.2.1 Präferenzansatz

Klassischerweise wird im Rahmen von Habitatmodellierungen die Verknüpfung von physikalischen und biologischen Größen über sogenannte Präferenzfunktionen vollzogen. Diese geben über einen Eignungsindex zwischen 0 (ungeeignet) und 1 (optimal geeignet) an, wie gut die Ansprüche bezüglich eines Umgebungsparameters erfüllt sind. Diese Funktionen werden anhand von Erfahrungswerten bzw. Beobachtungen und Feldmessungen entwickelt. Sie sind meistens univariat, das heißt geben nur die Präferenz hinsichtlich einer Größe (z.B. Fließgeschwindigkeit) wieder.

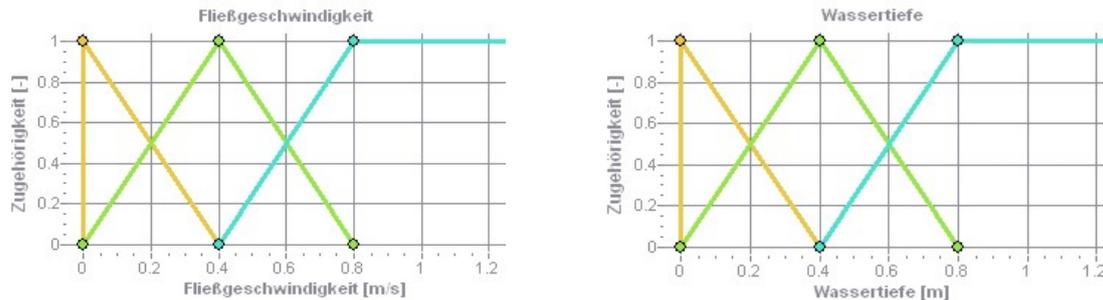


Aus den damit ermittelten Einzeleignungen wird im Verlauf der weiteren Berechnungen eine Gesamteignung berechnet. Es ist offensichtlich, dass aus der Veränderung der Präferenz-

funktion andere Eignungswerte resultieren und damit auch andere Modellierungsergebnisse. Die Funktionen liegen als ASCII-Dateien vor und können mit einem gewöhnlichen Text-Editor verändert werden (s.a. Kap. 5.2.3.1).

4.3.2.2 Fuzzy-logischer Ansatz

Grundlage der fuzzy-logischen Berechnungen sind Fuzzy-Mengen, mit denen sich unscharfe Aussagen treffen lassen, die im Sprachgebrauch sehr häufig verwendet werden (fuzzy engl. = unscharf, fusselig). So spricht man auch hinsichtlich der Beschreibung von Gewässereigenschaften davon, dass ein Fluss in einem Abschnitt „schnell“ fließt oder in einem Bereich „große“ Wassertiefen aufweist, ohne die exakten Werte in m/s bzw. cm zu kennen.



Die Abbildung zeigt die in CASiMiR verwendete Standardeinstellung für die Fuzzy-Mengen, bei denen das Zentrum der Menge „mittel“ bei 0,4 m/s für die Strömung bzw. 0,4 m für die Wassertiefe liegt.

Normalerweise liegt auch Expertenwissen über Habitatansprüche in dieser Form vor bzw. lässt sich so einfacher formulieren. Durch Fuzzy-Mengen können derart unscharfe Aussagen in Berechnungen eingebracht werden. Dies erfolgt über sogenannte Fuzzy- oder Inferenz-Regeln wie z.B.

WENN Wassertiefe „Mittel“ UND Fließgeschwindigkeit „Groß“ UND dominierendes Substrat „Groß“ UND Unterstandtyp „2“ UND Pooltyp „1“,

DANN Habitateignung „Sehr Groß“

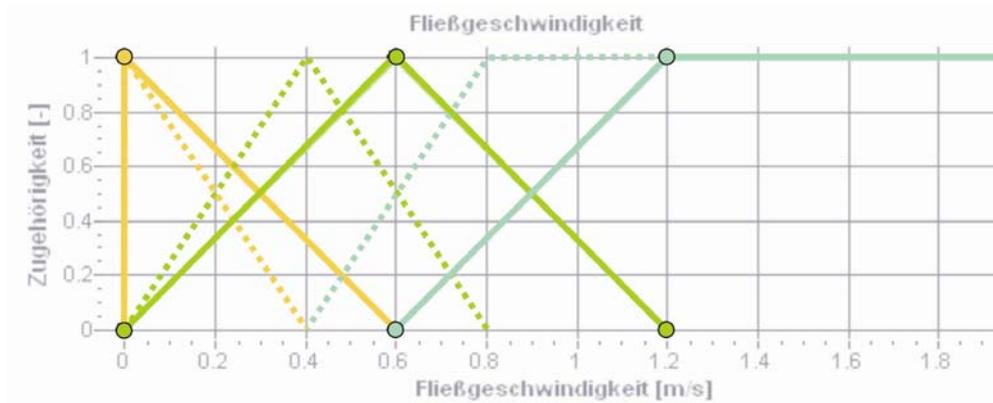
Diese Art der Regelformulierung ist so unscharf, dass das erforderliche Expertenwissen für viele Parameterkombinationen vorhanden ist (SCHNEIDER et al. 1999, BÖHMER et al. 1999). Erste Erfahrungen zeigen auch, dass die von verschiedenen Experten anhand von Erfahrungswerten erstellten Regeln weitestgehend übereinstimmen, was die Nähe der Fuzzy-Logik zur menschlichen Denkweise unterstreicht (KAPPUS et al. 2000)

Auch wurde in einigen Fällen bereits die Übertragbarkeit der Regelwerke, zumindest für ähnliche Gewässertypen, nachgewiesen. In der Regel wird allerdings dennoch empfohlen, die tatsächliche Habitatnutzung, und damit die Habitatansprüche, fallspezifisch zu untersuchen. **Es sind nur Regelwerke zu verwenden, die von anerkannten Fachleuten entwickelt wurden!**

Die Vorgehensweise der Berechnung ist vereinfacht dargestellt die folgende:

Das Modell überprüft an jeder Stelle des Gewässers alle Regeln daraufhin, inwieweit sie zutreffen. So trifft z.B. an einer tiefen Stelle eine Regel mit der Bedingung Wassertiefe „gering“ gar nicht oder nur sehr wenig zu (geringer Erfüllungsgrad = degree of fulfillment DOF). Die Aussage zur Habitateignung von Regeln die nur wenig zutreffen wird für das Gesamtergebnis weit weniger stark berücksichtigt als die Aussage von Regeln mit hohem Erfüllungsgrad (weiteres zur Berechnung in SCHNEIDER, 2001).

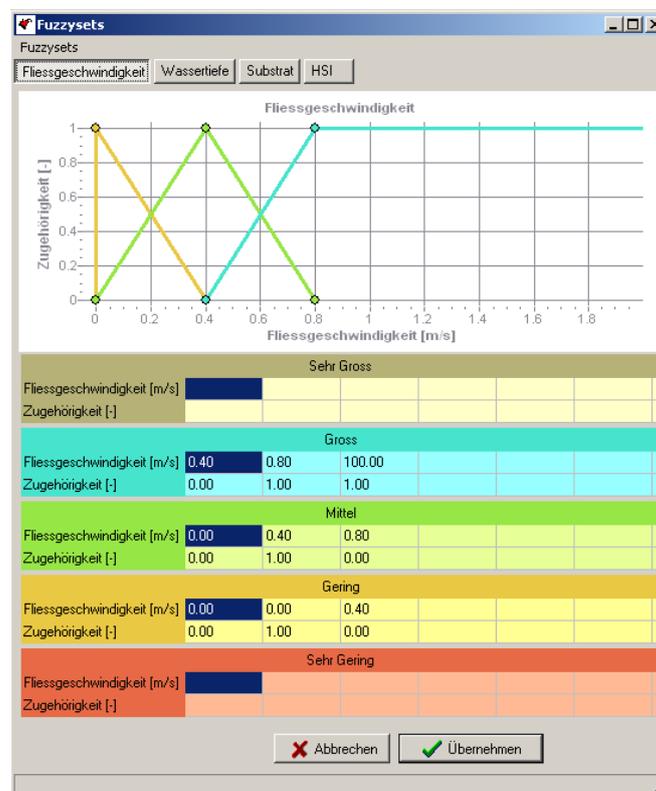
Damit wird deutlich, dass sich eine Verschiebung der Fuzzy-Mengen auf das Berechnungsergebnis auswirkt. Dieser Umstand kann für die Anpassung des Modells genutzt werden. Eine „große“ Fließgeschwindigkeit wird z.B. im Oberlauf eines Gewässers anders zu definieren sein als im Unterlauf, eine „mittlere“ Wassertiefe ist, je nach Gewässerdimension, unterschiedlich.



Die Abbildung zeigt die Verschiebung der Fuzzy-Mengen für die Strömung im Oberlauf eines Gewässers (Standardmengen gestrichelt gezeichnet, veränderte Mengen mit durchgehender Linie).

☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Optionen** und dort **Fuzzysets editieren**.

Es erscheint das folgende Fenster mit den Fuzzy-Mengen für die Strömung.



Die Veränderung der Fuzzy-Mengen kann auf zwei Weisen erfolgen:

☞ Führen Sie den Mauszeiger in das Diagramm bis der Pfeil durch eine Hand ersetzt wird.

- ☞ Verschieben Sie den oberen Eckpunkt der Dreiecksfunktion **Mittel** (grün) von 0,4 nach **0,6**, den unteren Punkt der Funktion **Gering** (braun) von 0,4 nach **0,6**, den rechten Punkte der Funktion **Groß** von 0,4 nach **0,6**, den oberen Punkt der Funktion **Groß** von 0,8 nach **1,2** und den rechten Punkt der Funktion **Mittel** von 0,8 nach **1,2**.
- ☞ Klicken Sie auf den Schalter **Übernehmen**.

Hinweis: Die Mengen zur Definition der Eignungsklassen können über die Option „Fuzzysets editieren“ ebenfalls geändert werden. Dies sollte nur in Ausnahmefällen geschehen und der Effekt der Standardskalierung (Transformation auf Skala 0 bis 1) auf die Ergebnisse beachtet werden (s. Kap. 4.2.5).

Damit haben Sie eine Anpassung der Fuzzy-Mengen entsprechend jener in der Abbildung oben vorgenommen.

- ☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Ansicht** → **Grundriss** → **Habitatprognose** → **grayling, adult** für den Abfluss **0.70 m³/s**.
- ☞ Kehren Sie zurück in das Fenster **Fuzzysets** und stellen Sie wieder die Standardwerte ein, wie in der obigen Abbildung angegeben. Alternativ zur manuellen Verschiebung der Punkte besteht die Möglichkeit, die Koordinaten der Punkte direkt in die Tabelle einzugeben.
- ☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Ansicht** → **Grundriss** → **Habitatprognose** → **grayling, adult** für den Abfluss **0.70 m³/s**.
- ☞ Klicken Sie auf den Schalter **Übernehmen**.

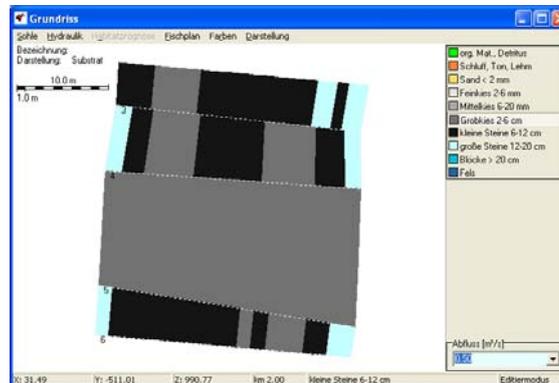
Sie erhalten ein zweites Grundrissfenster, das einen direkten Vergleich der zwei Habitatprognosen mit unterschiedlichen Fuzzy-Mengen ermöglicht.

4.3.3 Anpassung der Strukturparameter

Eine weitere Anpassungsoption besteht in der nachträglichen Überarbeitung der in der Geometriedatei verzeichneten Strukturparameter: dominierendes Substrat, Unterstände, Pooltypen, Lückigkeit oder Beschattung. So lässt sich beispielsweise die Auswirkung einer Grobkiesschüttung auf die Habitateignung der adulten Äschen nachvollziehen. Bei allen nachträglichen Änderungen der Strukturparameter in der Grundrissdarstellung wird die Geometriedatei entsprechend angepasst. Dabei werden, je nach gewählter Auflösung, zusätzliche Querprofile interpoliert, was sich entsprechend auf die Datenmenge bzw. den Rechenzeitbedarf auswirkt. Daher ist vor der Bearbeitung eine Vergrößerung der Auflösung empfehlenswert.

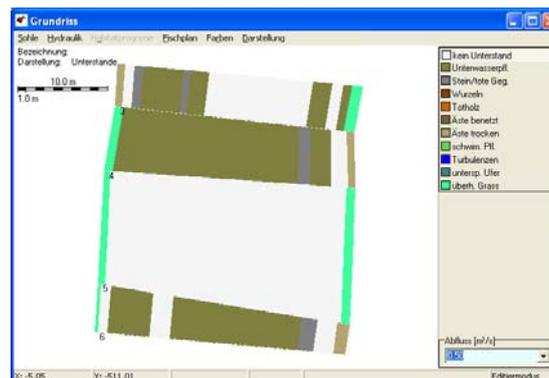
- ☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Optionen** → **Rechenauflösung** und Wählen Sie die Längsauflösung zu **1000.0 cm**.
- ☞ Öffnen Sie die **Grundrissdarstellung** der **dominierenden Substratverteilung** und lassen Sie sich die Querschnitte anzeigen.
- ☞ Vergrößern Sie den Bereich zwischen den Querprofilen 3 und 6 indem Sie die Taste **Strg** gedrückt halten und mit der linken Maustaste gleichzeitig den gewünschten Grundrissbereich markieren.

- ☞ *Klicken Sie in der rechten Auswahlleiste auf Grobkies und zuweisen Sie dieses Substrat den Bereich zwischen Profil 4 und 5 in dem Sie die Alt-Taste gedrückt halten und über gewünschten Bereich mit gedrückter linken Mausetaste drüber fahren.*



Im nächsten Schritt werden nun die überschütteten Wasserpflanzen entfernt.

- ☞ *Wählen Sie im Grundrissmenü **Sohle** → **Unterstände** und entfernen Sie die Unterwasserpflanzen entsprechend der Abbildung.*



- ☞ *Über **Datei / Projekt** → **Datei speichern** → **Geometrie- und Wasserspiegeldatei** können die Änderungen abgespeichert werden.*

In der Grundrissdarstellung der Habitatprognose lässt sich die Verbesserung der Habitateignung für die Äsche in dem umstrukturierten Gewässerbereich visualisieren. Da die Kieschüttung mit einer Sohlerrhöhung verbunden ist müssten diese eigentlich auch angepasst werden. Im Rahmen dieses kleinen Fallbeispiels wird jedoch darauf verzichtet, da dieser Schritt aufwendiger ist.

4.4 Weitere Möglichkeiten

4.4.1 Einlesen von Ganglinien

In der Basismenüleiste können Abflussdaten eingelesen werden. Diese haben die Erweiterung *.SRgan und das unten dargestellte Format mit Dateikopf und zwei Spalten, in denen Tage (Spalte 1) und zugeordnete Abflüsse in m³/s gegeben sind (anders als in der Wasserspiegeldatei, dort l/s). Es sind Abflusswerte für 366 Tage einzugeben.

```
[ABFLUSSWERTE_G]
# Neckar_demo
# Jahr: 2004
```

```
# Neckar/Rappenberghalde
#day discharge
1 0.917
2 0.851
3 0.780
...
366 1.714
```

☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Datei / Projekt** → **Datei öffnen / importieren** → **Gangliniendatei**

☞ Wählen Sie aus dem Verzeichnis **Neckar** die Datei **Neckar2004_2005.Srgan**.

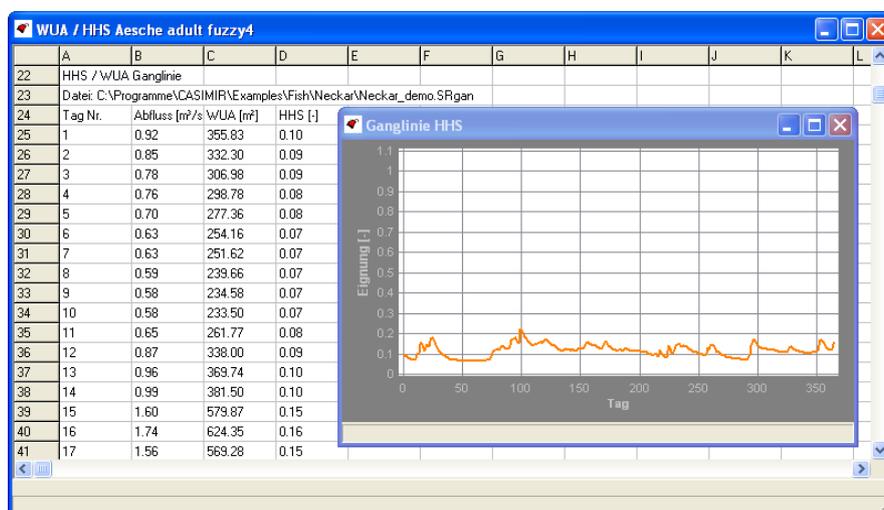
Nach Einlesen einer Gangliniendatei können die Abflussdaten als Diagramm dargestellt werden.

☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Gerinne** → **Abfluss-Ganglinie**.

Es erscheint ein Diagramm mit den zugehörigen Abflussdaten.

Wenn Habitatanspruchsdaten (*.SRprf oder *.Srfzy) eingelesen sind, werden zusätzlich zu den Habitatangebotsfunktionen (s.a. Kap. 4.2.6) Ganglinien für das Habitatangebot berechnet und tabellarisch aufgelistet. Die HHS-Ganglinie wird außerdem als Diagramm dargestellt. Für die Tage, an denen der Abfluss das Abflussspektrum überschreitet, für das gemessene Wasserspiegellagen vorliegen, wird der dem höchsten Wasserspiegel zugeordnete Wert angegeben.

☞ Wählen Sie in der Basismenüleiste **Zeigerarten** → **grayling-adult** → **WUA / HHS**.

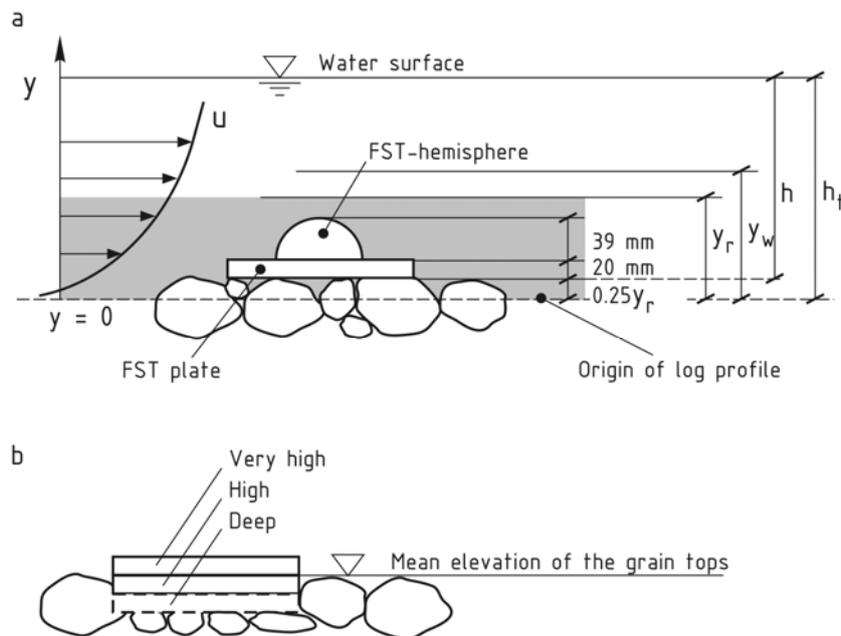


4.4.2 FST-Halbkugelberechnungen

Die neue Version des CASiMiR Fish-Moduls bietet die Möglichkeit, räumlich bezogene FST-Halbkugelwerte zu berechnen. Diese Werte können im Anschluss für eine präferenzbasierte oder fuzzy-logische (multiparametrische) Benthoshabitatmodellierung einbezogen werden. Eine ausführliche Beschreibung zur FST-Halbkugelmethode und Benthoshabitatmodellierung allgemein kann aus (KOPECKI, 2008) entnommen werden. Hier werden lediglich die Implementierung des rechnerischen Ansatzes und die dazugehörigen Formate der Präferenzkurven und Fuzzy-Sets/Fuzzy-Regeln erläutert.

4.4.2.1 Rechnerischer Ansatz zur FST-Halbkugelmethode

Der rechnerische Ansatz zur FST-Halbkugelmethode (KOPECKI, 2008) basiert in erster Linie auf der Annahme der Gültigkeit der logarithmischen Geschwindigkeitsverteilung. Zur Berücksichtigung der oft kleinen relativen Überdeckungen in modellierten Gewässerabschnitten wird eine angepasste Gleichung zur Geschwindigkeitsverteilung nach (BEZZOLA, 2001) verwendet.



Die wesentlichen Schritte bei der FST-Halbkugelberechnung sind:

1. Aus tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen und Substrateigenschaften wird mittels logarithmischem Verteilungsgesetz nach BEZZOLA für jede Berechnungszelle die Schubspannungsgeschwindigkeit u_* errechnet. Die Mächtigkeit der so genannten Rauheitsschicht y_r (siehe Skizze oben) wird proportional zum charakteristischen Substratdurchmesser angenommen ($y_r/k \cong 1,5-2,0$ für natürliche Sohlen):
2. Ist die Schubspannungsgeschwindigkeit u_* bekannt, können die Geschwindigkeiten u_{ht} und u_{hc} , die in Höhe des Halbkugelzenits y_{ht} und –schwerpunkts y_{hc} herrschen, ermittelt werden.
3. Die FST-Halbkugeldichte ergibt sich aus dem theoretischen Kräftegleichgewicht.
4. Die Beziehung zwischen Halbkugeldichte und –nummer ist in folgender Tabelle aufgeführt:

FST N°	Dichte kg/m³						
1	1015	7	1274	13	2637	19	5460
2	1031	8	1439	14	2987	20	6166
3	1063	9	1624	15	3361	21	6958
4	1095	10	1834	16	3795	22	7854
5	1129	11	2070	17	4284	23	8867
6	1199	12	2337	18	4836	24	10009

Alle Gleichungen zur Ermittlung der Schubspannungsgeschwindigkeit, der Fließgeschwindigkeiten am Halbkugelzenit und –schwerpunkt und zur FST-Halbkugeldichte für die Erhaltung des Kräftegleichgewicht sind in KOPECKI 2008 ausführlich dargestellt.

4.4.2.2 Dateiformate für FST-Halbkugelbasierten Habitatberechnungen

Die Formate der Präferenzdateien, Fuzzy-Sets und Fuzzy-Regeln, falls FST-halbkugelbezogene Habitatberechnungen erwünscht sind, entsprechen den im Fish-Modul verwendeten (siehe 5.2.3.1, 5.2.3.2, 5.2.3.3). Sie müssen lediglich um den FST-spezifischen Block in einem Text-Editor erweitert werden. Das Programm wird beim Einlesen der erweiterten Datei automatisch auf den modifizierten Berechnungsansatz umgestellt.

4.4.3 Visualisierungsoptionen

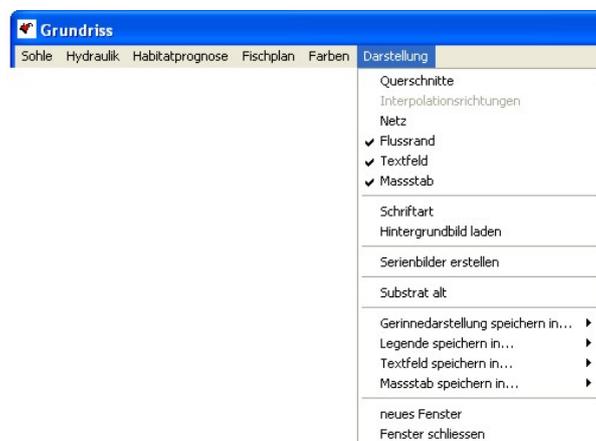
In der Menüleiste des Fensters **Grundriss** bestehen unter dem Menüpunkt **Farben** zahlreiche Möglichkeiten, die Bildschirmdarstellung zu variieren.



Die in 16 Farbstufen eingeteilte Klassenbreite lässt sich verändern (z.B. von 0,1 m auf 0,3 m Wassertiefe bei größeren Gewässern), es besteht die Wahl zwischen Farben und Graustufen und eine Anpassung der Hintergrundfarbe ist möglich.

4.4.4 Speichern und Kopieren von Bildschirmdarstellungen

In der Menüleiste des Fensters **Grundriss** bestehen unter dem Menüpunkt **Darstellung** weitere Optionen für die Visualisierung (Messquerschnitte ein- und ausblenden, Berechnungsnetz anzeigen). Auch die Übertragung von Darstellungen in andere Anwendungen kann durchgeführt werden. Es lassen sich Elemente wie Gerinnedarstellung, Maßstab, Legende über den Zwischenspeicher transferieren oder als bitmap in Dateien abspeichern.



Über die Option Serienbilder erstellen können auch bitmaps oder jpgs in bestimmten Intervallen erzeugt werden. Das ist besonders vorteilhaft für die Erzeugung von Animationen.

4.5 Betrachtung der Eingangsdaten

Es bestehen unter den folgenden Menüpunkten Möglichkeiten, sich die eingelesenen Daten zu betrachten:

☞ **CASIMIR-FISH Basismenüleiste → Gerinne → Punktkoordinaten.**

Hier werden die Absolutkoordinaten in Querschnittskordinaten umgerechnet, was für eine Übertragung in 1D-Hydraulikprogramme (z.B. HEC-RAS) sehr hilfreich ist. Dabei ist der Querschnitt 1 der am weitesten oberstrom liegende Querschnitt und Punkt Nr.1 liegt am, in Fließrichtung gesehen, am rechten Ufer.

☞ **CASIMIR-FISH Basismenüleiste → Zeigerarten → grayling, adult → Fuzzy-Regeln.**

Unter dem zweiten Menüpunkt können die Fuzzy-Regeln modifiziert werden, allerdings ohne Speichermöglichkeit. Diese Vorgehensweise ist lediglich dazu vorgesehen, den Einfluss von Regeländerungen auf das Berechnungsergebnis abschätzen zu können.

Außerdem bringt die folgende Auswahl eine Übersicht der aktuell geöffneten Dateien:

☞ **CASIMIR-FISH Basismenüleiste → Optionen → geöffnete Dateien anzeigen.**

5 Anwendung auf eigene Projekte

5.1 Projektvoraussetzungen

Sind im Rahmen einer Gewässeruntersuchung Anwendungsmöglichkeiten von CASiMiR-Fish, wie sie in Kapitel 2.1 beschrieben sind, von Interesse, so ist zunächst zu überprüfen, ob das Gewässer die Grundvoraussetzungen für eine entsprechende Untersuchung erfüllt. Um aussagekräftige Ergebnisse erhalten zu können sollte die gewählte Referenzstrecke

- die Grundvoraussetzungen einer 1-D hydraulischen Berechnungsmethode erfüllen;
- für die Untersuchungsstrecke repräsentativ sein und somit verschiedene überwiegend im Gewässer vorkommende hydraulische Verhältnisse und Gerinnestrukturen beinhalten;

und bei Mindestwasseruntersuchungen

- den für die Durchwanderbarkeit des Gewässers am stärksten beeinträchtigenden Abschnitt enthalten.

Da es häufig schwierig bzw. aufwendig ist, alle genannten Punkte in einer einzigen Referenzstrecke zu vereinen, ist es gegebenenfalls sinnvoll, mehrere Einzelabschnitte des Gewässers für die CASiMiR-Untersuchung auszuwählen.

5.2 Eingangsdaten und verwendete Dateiformate

Bevor das CASiMiR-Modul Fish gestartet werden kann, sind zuvor die notwendigen Eingangsdaten in einem entsprechenden Dateiformat aufzubereiten. Alle Eingabe- und Ausgabedateien, die von CASiMiR-FISH verwendet oder erstellt werden, sind ASCII-Dateien, die mit einem gewöhnlichen Text-Editor bearbeitet werden können.

5.2.1 Gerinnegeometrie und Strukturen

Grundlage für die Gewässerabbildung sind **Querprofile**, sie sind **in Fließrichtung** angeordnet.

Die **Messpunkte** in den Profilen laufen in Fließrichtung gesehen **vom rechten zum linken Ufer** und die Querprofile sind in Fließrichtung geordnet (bei Datenübertragung beachten!).

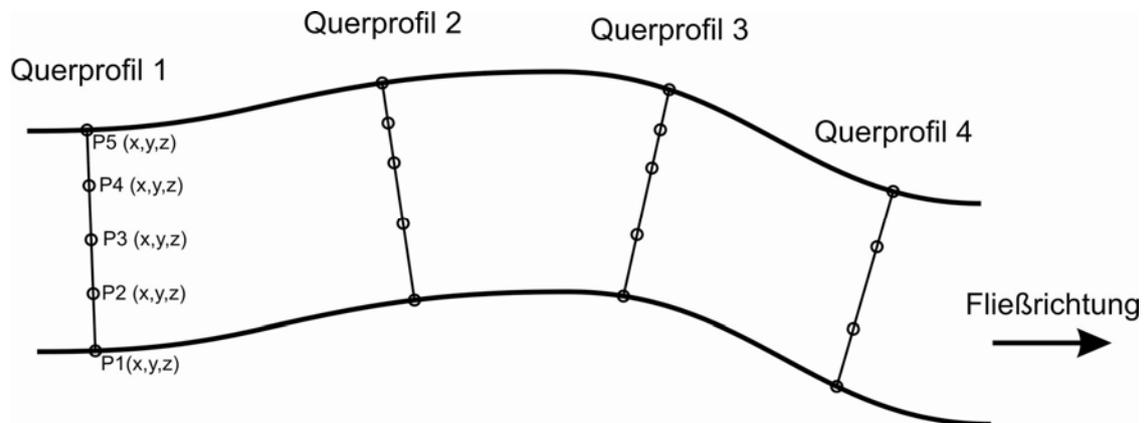
Es sind die zwei Datenformate ***.SRgrd** und ***.SRstr** zu unterscheiden. Während im **grd**-Format Absolutkoordinaten (x,y,z) verwendet werden (globales Koordinatensystem), lassen sich auch nur mit Nivellier und Maßband gemessene Profile (y_{lokal},z) als **str**-Format verarbeiten (lokale Koordinatensysteme: jedes Profil mit eigenem System, Höhen und Abstände innerhalb des Profils und zum Nachbarprofil sind relevant).

Grundsätzlich gilt:

- In beiden Formaten sind die Querprofile durch ein # - Zeichen getrennt.
- Innerhalb der Zeilen wird durch TAB getrennt.
- Nicht erhobene Parameter und damit nicht verwendete Spalten sind mit Nullen zu füllen.
- Hinter der letzten Zahl einer Datei darf keine Leerzeile folgen.

5.2.1.1 Dateityp 1: *.SRgrd

Der *.SRgrd Dateityp basiert auf xyz-Koordinaten und besteht aus Dateikopf und Querprofil-daten. Jedes neue Profil fängt mit einer Profilbezeichnung in Form einer Zahl an. Es bietet sich die Flusskilometrierung an, aber auch eine anderweitige Nummerierung ist möglich.



Dateikopf

Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine Informationen für die Berechnung. Zeile 1 enthält den Namen des Gewässerabschnitts, es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Querprofil-daten

Die erste Zeile jedes Querprofil-Datensatzes in der SRgrd-Datei enthält die Profilbezeichnung (Kilometrierung oder Nummer).

In den nächsten Zeilen folgen die jeweiligen Messpunkte des Querprofils mit ihren Eigenschaften.

Die ersten drei Spalten beinhalten die Koordinaten:

1.Spalte:	x-Koordinate	x
2.Spalte:	y-Koordinate	y
3.Spalte:	z-Koordinate	z

In den anschließenden Spalten befinden sich die Codierungen für die strukturellen Eigenschaften (s.a. Kap. 5.2.1.3)

4.Spalte:	dominierendes Substrat	sub
5.Spalte:	Substratbereich untere Grenze	sub<
6.Spalte:	Substratbereich obere Grenze	sub>
7.Spalte:	Lückigkeit, Interstitialzugänglichkeit	Lueck
8.Spalte:	Unterstandtyp	covtype
9.Spalte:	Unterstandgröße	covsize
10.Spalte:	Unterstandanteil	covport
11.Spalte:	Pooltyp	pooltype
12.Spalte:	Störsteingröße	bldsize
13.Spalte:	Störsteinanzahl	bldnumb
14. Spalte:	Beschattung	shad

Die Daten einer Zeile sind jeweils mit TABs zu trennen.

```

# Neckar
# Rappenberghalde
# Kommentar in der naechsten Zeile nicht notwendig, nur zur Veranschaulichung
# x      y      z      sub  sub<  sub>  Lueck  covtype  covsize  covport  pooltype  bldsize  bldnumb  shad
#
1.00
6.40  -502.95  991.58  7    0    0    0    10    0    0    0    0    0    0
6.83  -502.90  991.32  6    0    0    2    2    0    0    0    0    0    0
7.58  -503.03  991.11  6    0    0    2    10   0    0    0    0    0    0
8.37  -503.12  990.80  6    0    0    1    0    0    0    0    0    0    0
9.82  -503.10  990.81  5    0    0    1    1    0    0    0    0    0    0
11.06 -503.08  990.91  5    0    0    1    1    0    0    0    0    0    0
12.14 -503.05  991.00  5    0    0    1    0    0    0    0    0    0    0
13.72 -503.13  990.99  5    0    0    1    0    0    0    0    0    0    0
15.16 -503.25  990.92  6    0    0    1    0    0    0    0    0    0    0
16.24 -503.22  990.88  6    0    0    0    1    0    0    0    0    0    0
17.57 -503.36  990.87  6    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
19.24 -503.62  990.78  6    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
20.95 -503.76  990.72  6    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
22.21 -503.91  990.73  6    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
23.37 -504.06  990.69  6    0    0    0    1    0    0    0    0    0    0
25.61 -504.37  990.62  6    0    0    0    1    0    0    0    0    0    0
26.94 -504.45  990.67  5    0    0    0    1    0    0    0    0    0    0
28.34 -504.58  990.66  6    0    0    1    1    0    0    0    0    0    0
29.12 -504.74  990.60  6    0    0    1    1    0    0    0    0    0    0
29.81 -504.62  990.70  6    0    0    0    1    0    0    0    0    0    0
30.91 -504.73  990.82  6    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
32.03 -504.76  990.78  7    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0
33.13 -504.83  991.21  7    0    0    0    10   0    0    0    0    0    0
34.02 -504.93  991.34  5    0    0    0    10   0    0    0    0    0    0
34.58 -505.09  991.44  0    0    0    0    10   0    0    0    0    0    0
#
2.00
6.17  -508.31  991.51  6    0    0    1    6    0    0    0    0    0    0
...

```

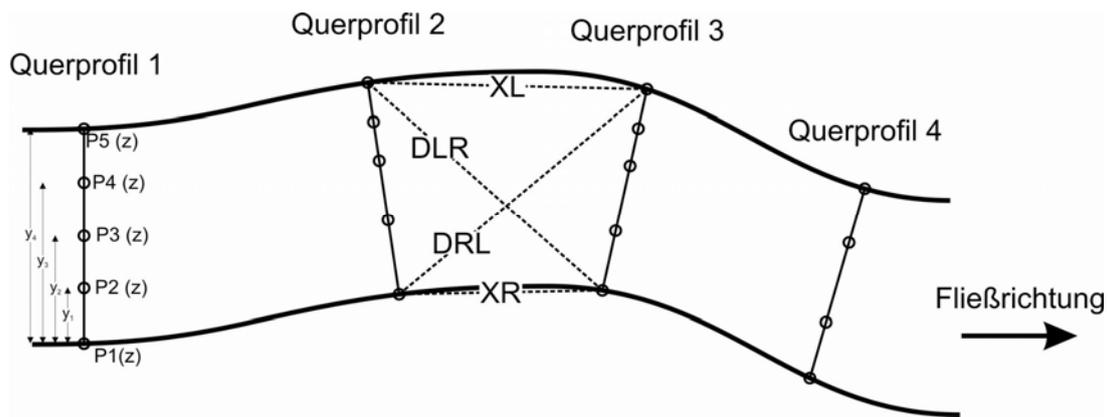
Bemerkung:

Wenn die gemessenen xz-Koordinaten nicht exakt auf einer Linie liegen, stellt das Programm selbsttätig eine gerade Verbindung zwischen den Profilendpunkten her und interpoliert die Messwerte auf diese Linie.

5.2.1.2 Dateityp 2: *.SRstr

Der *.SRstr Dateityp basiert auf yz-Koordinaten, d.h. es werden nur Abstände y_n zum rechten Ufer (bzw. rechtes Profilende) und Höhen z gemessen. Um daraus dennoch den Gewässerverlauf modellieren zu können, werden außerdem die Abstände zwischen den Profilen an beiden Ufern und zusätzlich eine Diagonale zwischen den entgegengesetzten Endpunkten zweier aufeinanderfolgender Profile gemessen:

- XR: Abstand des rechten Endpunktes zum rechten Endpunkt des vorigen Profils [m]
- XL: Abstand des linken Endpunktes zum linken Endpunkt des vorigen Profils [m]
- DLR: Abstand des rechten Endpunktes zum linken Endpunkt des vorigen Profils [m]
- DRL: Abstand des linken Endpunktes zum rechten Endpunkt des vorigen Profils [m]



Dateikopf

Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine für die Berechnung relevanten Informationen beinhalten. Zeile 1 enthält den Namen des Gewässerabschnitts, es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Querprofildaten

Die erste Zeile jedes Querprofil-Datensatzes in der SRstr-Datei enthält:

- 1.Spalte: Profilbezeichnung (Kilometrierung oder Nummer)
- 2.Spalte: Abstand XR
- 3.Spalte: Abstand XL
- 4.Spalte: Abstand DLR bzw. 0
- 5.Spalte: Abstand DRL bzw. 0

Bemerkungen:

Nur eine der Diagonalen ist anzugeben, die andere ist gleich Null zu setzen. Da es zum ersten Profil kein vorheriges gibt, sind dort alle Abstände Null zu setzen.

In den nächsten Zeilen folgen die jeweiligen Messpunkte des Querprofils mit ihren Eigenschaften.

Die ersten beiden Spalten beinhalten die Koordinaten:

- 1.Spalte: y-Koordinate y
- 2.Spalte: z-Koordinate z

Die anschließenden Spalten enthalten die Codierungen für die strukturellen Eigenschaften

- 3.Spalte: dominierendes Substrat sub
- 4.Spalte: Substratbereich untere Grenze sub<
- 5.Spalte: Substratbereich obere Grenze sub>
- 6.Spalte: Lückigkeit, Interstitialzugänglichkeit Lueck
- 7.Spalte: Unterstandtyp covtype
- 8.Spalte: Unterstandgröße covsize
- 9.Spalte: Unterstandanteil covport
- 10.Spalte: Pooltyp pooltype
- 11.Spalte: Störsteingröße bldsize
- 12.Spalte: Störsteinanzahl bldnumb
- 13.Spalte: Beschattung shad

Die Daten einer Zeile sind jeweils mit TABs zu trennen.

```

# [Piano VS oben, Brenno, Schweiz]
# Kommentar in der naechsten Zeile nicht notwendig, nur zur Veranschaulichung
# y      z      sub  sub<  sub>  Lueck  covtype  covsize  covport  pooltype  bldsize  bldnumb  shad
#
1.00     0      0      0      0
0.00  1600.1  1      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
1.00  1599.6  1      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
2.00  1599.3  1      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
3.20  1598.4  5      0      0      1      2      0      10     0      0      0      0
4.40  1598.3  5      0      0      1      2      0      10     0      0      0      0
5.10  1598.1  5      0      0      1      2      0      10     0      0      0      0
6.10  1598.4  6      0      0      1      2      0      10     0      0      0      0
7.30  1598.3  6      0      0      1      2      0      10     0      0      0      0
8.30  1598.4  5      0      0      1      0      0      0      0      0      0      0
9.40  1598.3  8      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
10.60 1598.7  8      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
10.80 1598.4  8      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
11.30 1598.7  8      0      0      1      2      0      20     0      0      0      0
12.10 1598.3  7      0      0      1      1      0      30     0      0      0      0
13.50  1599    8      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
14.90 1598.9  1      0      0      0      5      0      40     0      0      0      0
16.10 1599.6  1      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
17.40  1600    1      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
18.80 1600.4  0      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
#
2.00     1.7    1.32  18.95  0
0.00 1599.96  1      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0
1.00 1599.78  1      0      0      0      5      0      20     0      0      0      0
2.40 1598.25  5      0      0      1      0      0      0      0      0      0      0
.      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .
.      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .
.      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .      .
    
```

Die in der aktuellen Modellversion tatsächlich verwendeten Parameter sind Substrat, Unterstandstypen (cov) und in einzelnen Fällen Lückigkeit (Lueck) Pooltypen (pooltype). In der Datei sind nur die Parameterspalten zu füllen, die für die Modellierung verwendet werden. Die anderen Spalten können mit 0 belegt werden und sind für zukünftige Modellversionen bereits integriert.

Für beide Dateitypen interpoliert CASiMiR zusätzliche Profile zwischen den Messquerschnitten je nach gewählter Auflösung in Längsrichtung (s. Kap. 4.2.1).

5.2.1.3 Strukturparameter und verwendete Indizes

In den auf die Lagerkoordinaten folgenden Spalten der SRgrd und SRstr Dateien sind strukturelle für die Habitateignung wichtige Faktoren gegeben, die in Kategorien eingeteilt sind. Diesen Kategorien sind wiederum Indizes in Form von ganzen Zahlen zugewiesen.

Die Anzahl der in der Untersuchung berücksichtigten Strukturparameter hängt von den örtlichen Gegebenheiten sowie den Verhaltensweisen der zu untersuchenden Fischart ab. Es ist jedoch zu beachten, dass die Anzahl der notwendigen Fuzzyregeln exponential mit der Anzahl der integrierten Strukturparameter steigt.

Die folgende Zusammenstellung liefert eine Auswahl möglicher Strukturparameter und den dabei verwendeten Indizes:

Substrat

Die Substratklassifizierung orientiert sich an bewährten Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung (z.B. OTTO et al. 1999). In der Praxis ist selten ein homogener Substrataufbau in Form einer einzigen Kornfraktion anzutreffen. Die Zusammensetzung der verschiedenen Substratgrößen entscheidet aber über die Zugänglichkeit des Lückenraums in und unter der Sohle. Deshalb sollte die Möglichkeit zur Protokollierung eines Spektrums gegeben sein. Dies erfolgt dadurch, dass sowohl das dominierende Substrat, als auch die untere und die obere Grenze des Spektrums, also kleinstes und größtes Substrat, angegeben werden.

Substrattyp	Index
 organisches Material, Detritus	0
 Schluff, Ton, Lehm	1
 Sand < 2 mm	2
 Feinkies 2-6 mm	3
 Mittelkies 6-20 mm	4
 Grobkies 2-6 cm	5
 kleine Steine 6-12 cm	6
 große Steine 12-20 cm	7
 Blöcke > 20 cm	8
 Fels	9

Lückigkeit

Neben der eigentlichen Größe des Substrats spielt die Lagerungsdichte bzw. daraus folgend die „Lückigkeit“ des Substrats eine wichtige Rolle in Bezug auf die Eignung als Habitat für Fische und Kleinorganismen.

Lückigkeit	Index
 keine Lückigkeit	0
 geringe Lückigkeit	1
 gute Lückigkeit	2
 ausgeprägte Lückigkeit	3

Unterstände

Im Gegensatz zu den Substratklassen, die sich in verschiedene Größenkategorien einteilen lassen und somit eine einfache Übertragung in Fuzzy-Mengen ermöglichen, sind die Unterstandstypen von vornherein nur verbal zu beschreiben und schwierig in Kategorien oder Untermengen mit mehreren Elementen einzuordnen. Im Hinblick auf die spätere Habitateignungsberechnung mit Inferenzregeln ist deshalb die Klassenanzahl so weit wie möglich zu reduzieren, um damit das Regelwerk überschaubar zu halten. Deshalb wurde im Gegensatz zu PETER (1992), der insgesamt 17 verschiedene Unterstandstypen aufzählt, einerseits versucht, eine Klassifizierung zu treffen, die eine ausreichende Aufschlüsselung von Unterständen mit unterschiedlichen Funktionen für die sie nutzenden Fischarten beinhaltet. Andererseits sollte eine zulässige Zusammenfassung von Unterständen mit vergleichbaren Habitateigenschaften erfolgen.

Unterstände		Index
	keine Unterstand	0
	Unterwasserpflanzen	1
	Steine, tote Gegenstände	2
	Wurzeln	3
	Totholz	4
	Äste benetzt	5
	Äste trocken	6
	Schwimmpflanzen	7
	Turbulenzen	8
	unterspültes Ufer	9
	überhängendes Gras	10

Pooltypen

Bei den Untersuchungen an der Körsch (siehe Beispieldatei) wurde bei der Bachschmerle eine besondere Präferenz für den Randbereich von räumlich abgrenzbaren Pools festgestellt. Auch bei anderen Fischarten wird beobachtet, dass Bereiche mit strukturellen Veränderungen, wie sie auch die Übergänge von gleichbleibend tiefen Zonen in Pools darstellen, bevorzugt werden. Aufgrund dieser Beobachtung wurden in die Habitatmodellierung verschiedene Pooltypen mit integriert. Als entscheidende Kriterien bei der Typendefinition wurden die Ausrichtung und die hydraulischen Vorgänge im Pool festgelegt. Abweichend von BISSON et al. (1981), die insgesamt 10 Pooltypen unterscheiden, die allerdings noch Begleitparameter wie Substrattypen und Totholz berücksichtigen, wurde eine Einteilung in 5 Typen vorgenommen, die in Bezug auf die Habitatfunktion als ausreichend erscheint.

Pooltypen	Index
 kein Pool	0
 in Fließrichtung ausgerichteter Pool, schnell fließend ($> v_m$)	1
 in Fließrichtung ausgerichteter Pool, langsam fließend ($< v_m$)	2
 quer ausgerichteter Pool, schnell fließend ($> v_m$)	3
 quer ausgerichteter Pool, langsam fließend ($< v_m$)	4
 plunge Pool	5

Beschattung

Diese Größe kann sich natürlich im Tagesverlauf ändern, so dass ausgehend von einer Momentaufnahme lediglich Schätzungen möglich sind. In der Regel ist es bei Kenntnis der Himmelsrichtungen jedoch gut möglich, einen der gegebenen Indizes zuzuweisen. Dabei wird nicht unterschieden zwischen Dauer und Intensität der Beschattung. Das bedeutet, eine Stelle, welche die meiste Zeit des Tages im Halbschatten liegt, erhält ebenso den Index 1 wie eine Zone, die zeitweise voll beschattet, zeitweise aber auch gänzlich der Sonne ausgesetzt ist.

Beschattung	Index
 keine Beschattung	0
 teil- oder zeitweise Beschattung	1
 völlige und ständige Beschattung	2

5.2.2 Wasserspiegel

Erst durch die Verknüpfung von Gerinnemodell und Wasserspiegeln wird der Freiwasser- raum definiert. Die vorliegende CASiMiR-Version arbeitet mit eindimensionalen Berech- nungsansätzen zur Bestimmung der lokalen Fließgeschwindigkeiten. Bei stark strukturierten Gewässern mit gegliederten Querschnitten sollte jedoch eine zweidimensionale hydraulische Berechnung mit entsprechender CASiMiR-Version zur Anwendung kommen, da be- sonders im Niedrigwasserbereich der Abfluss hauptsächlich von den Gewässerstrukturen beeinflusst wird und Rauheitsbeiwerte in Abhängigkeit von der Wassertiefe stark variieren können. Prinzipiell wird deshalb empfohlen, Wasserspiegellagen soweit wie möglich durch Messungen zu erfassen bzw. Messdaten zur Modellkalibrierung (Festlegung der Abfluss- wirksamkeiten) heranzuziehen und damit Berechnungen abzusichern.

5.2.2.1 Dateityp *.SRwsp

Dateikopf

Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit einem # - Zeichen beginnen, um zu kennzeich- nen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine Informationen für die Berechnung. Zeile 1 enthält den Namen des Gewässerabschnitts, es können beliebig viele weitere Zeilen (je- weils mit # zu Beginn) folgen.

Der Dateikopf enthält (nach einer Kommentarzeile # Abfluss) eine Zeile, die die Abflüsse enthält, für die weiter unten die Wasserspiegellagen angegeben werden. Diese Zeile darf nicht mit # beginnen, da sie sonst als Kommentarzeile interpretiert wird. Außerdem müssen die Abflüsse in aufsteigender Reihenfolge geordnet sein.

Wasserspiegeldaten (nach Querprofilen geordnet)

Die erste Zeile jedes Wasserspiegel-Datensatzes enthält die Bezeichnung des zugehörigen Profils (Kilometrierung oder Nummer). Diese Bezeichnungen müssen mit denen in der aktu- ell verwendeten Strukturdatei (SRgrd oder SRstr) übereinstimmen.

In der zweiten Zeile jedes Profildatensatzes stehen die Wasserspiegellagen für die Abflüsse, die im Dateikopf angegeben wurden (s.o.) in entsprechender Reihenfolge.

Die Daten sind jeweils mit TABs zu trennen.

Die zwei Zeilen jedes Profils mit Bezeichnung und Wasserspiegellagen werden vom nächs- ten Profildatensatz mit einer Zeile, die lediglich ein #-Zeichen enthält, getrennt.

#	Abfluss Neckar				
#					
#					
	500	700	1000	1500	
#					
#	Wasserspiegel				
	1.00				
	991.000	991.020	991.070	991.120	
#					
	2.00				
	990.990	991.020	991.070	991.110	
#					
	3.00				
	990.980	991.020	991.060	991.100	
#					
	4.00				
	990.98	991.01	991.05	991.1	

Abflüsse aufsteigend →

Querprofilnummer ↓

5.2.3 Habitatansprüche

5.2.3.1 Präferenzfunktionen / Dateityp: *.SRprf

Dateikopf

Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine Informationen für die Berechnung. Zeile 1 enthält den Namen der betreffenden Art und des Altersstadiums, es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Anspruchsdaten (nach Parametern geordnet)

Der Datenblock enthält für jeden Parameter eine Zeile mit dessen Namen (Beginn mit #) und nachfolgend zwei Zeilen, in denen die Präferenzfunktion über Stützpunkte definiert wird mit

in erster Zeile: Ausprägung des Parameters (Fließgeschwindigkeit in m/s, Wassertiefe in m, etc.)

in zweiter Zeile: Zugehöriger Eignungsindex zwischen 0 und 1

Die Daten für die Stützpunkte sind jeweils mit TABs zu trennen.

Die jeweils dreizeiligen Blöcke sind mit einer Zeile, die lediglich ein #-Zeichen enthält, voneinander zu trennen.

```
#Aesche US adult
#
#Eignungen Fließgeschwindigkeit [m/s]
0.00 0.12 0.65 0.82 100.00
0.0 1.0 1.0 0.0 0.0
#
#Eignungen Wassertiefe [m]
0.00 0.30 0.51 2.99 3.00 100.00
0.0 0.0 1.0 1.0 0.0 0.0
#
#Eignungen Substrat nach 10 stufigem Index Nov.'99
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 0 0.5 1 1 1 0 0 0 0
#
```

Wenn FST-halbkugelbasierte Berechnungen erwünscht sind, muss die Datei um einen folgenden Block (als Beispiel) erweitert werden:

```
#
#Eignungen FST [-]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0.0 0.1 0.3 1.0 1.0 1.0 0.8 0.4 0.1 0.1
#
```

Falls nur die FST-Halbkugelpräferenzen benutzt werden sollen (einparametrische Modellierung), müssen die Eignungen der anderen Parameter sämtlich auf 1 gesetzt werden.

5.2.3.2 Fuzzy-Regelwerke / Dateityp: *.Srfzy

Dateikopf

Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine Informationen für die Berechnung. Zeile 1 enthält den Namen der betreffenden Art und des Altersstadiums, es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Anspruchsdaten

Der Block der Anspruchsdaten beginnt mit einer Zeile, in der die in den Regeln enthaltenen Eingangsparameter und die Zielgröße durch Kürzel definiert sind.

Hierbei bedeuten:

vel = velocity bzw. Fließgeschwindigkeit,
dep = depth bzw. Wassertiefe,
cov = cover bzw. Unterstand,
sub = substratum bzw. dominierendes Substrat,
pol = pool bzw. Pooltyp,
SI = suitability index bzw. Habitateignung.

Die Kürzel sind jeweils durch TABs zu trennen.

Der Strukturparameter Cover (Unterstand) wird in diesem Fallbeispiel lediglich durch fünf Gruppen und nicht, wie standardmäßig in CASiMiR vorgesehen, durch 10 Indizes charakterisiert. Dies hat den Vorteil, dass wesentlich weniger, in diesem Fall nur die Hälfte, Fuzzyregeln aufzustellen sind. Da in diesem Untersuchungsgebiet des Neckars lediglich sechs verschiedene Unterstandsarten vertreten sind, ist diese Gruppeneinteilung vertretbar.

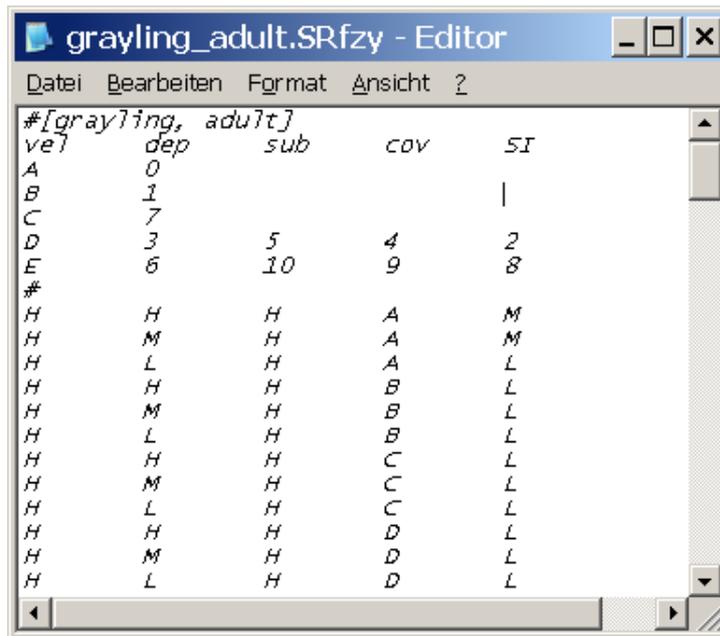
Die nachfolgenden Zeilen beinhalten die Gruppeneinteilungen. Jede Gruppen wird mit einem Großbuchstaben betitelt. Durch Absätze getrennt folgen die zugewiesenen Indizes. Die nachfolgenden Zeilen enthalten die weiteren Gruppen.

Darauf folgt eine Zeile, die lediglich ein #-Zeichen enthält.

Schließlich folgen die Regeln in verkürzter Schreibweise, die folgende sprachlichen Ausdrücke (linguistische Variablen) beschreiben:

VL = „very low“
L = „low“
M = „medium“
H = „high“
V = „very high“

Die Spalten außer der letzten beschreiben also eine Kombination, die letzte Spalte gibt die dieser Kombination zugewiesene Habitateignung. Für die Kombination wird dabei immer die Verknüpfung „UND“ gewählt.



Die erste Zeile des oben gegebenen Anspruchsdatensatzes (für die adulte Bachschmerle im untersuchten Abschnitt des Gewässers Neckar) ist damit folgendermaßen zu lesen:

WENN	Fließgeschwindigkeit	H (Groß)
UND	Wassertiefe	H (Groß)
UND	dominierendes Substrat	H (Groß)
UND	Unterstandtyp	A (bzw.0, also kein Unterstand)
DANN	Habitateignung	L (Klein)

Wenn FST-halbkugelbasierte Berechnungen erwünscht sind, muss die Datei um eine FST-Spalte erweitert werden. Die FST Spalte ist vor der SI Spalte zu platzieren.

5.2.3.3 Fuzzy-Sets / Dateityp: *.SRFZS

Dateikopf

Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine Informationen für die Berechnung. Zeile 1 enthält die Bezeichnung der Fuzzysets, es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Fuzzy-Set-Daten (nach Parametern geordnet)

Der Datenblock enthält für jeden Parameter eine Zeile mit dessen Namen (z.B. „vel“ für velocity bzw. Fließgeschwindigkeit) und nachfolgend jeweils drei Zeilen für jedes definierte Fuzzy-Set (z.B. Set L in vel) oder eine Zeile für ein nicht berücksichtigtes Fuzzy-Set (z.B. Set VL in vel).

```
# CASiMiR-Fish fuzzy set file
# Standard
#
vel      5      flow velocity      flow velocity [m/s]      membership [-]
VL      very low      231      105      69      NOT_USED
L       low      233      200      67
0.00    0.40
1.00    0.00
```

```

M    medium      150   230   70
0.00 0.40 0.80
0.00 1.00 0.00
H    high       71    228   205
0.40 0.80 100.00
0.00 1.00 1.00
VH   very high   181   177   119   NOT_USED
#
dep  5          water depth   water depth [m] membership [-]
VL   very low   231    105    69    NOT_USED
L    low       233    200    67
0.00 0.40
1.00 0.00
M    medium      150   230   70
0.00 0.40 0.80
0.00 1.00 0.00
...

```

Die erste Zeile beinhaltet den Namen des Sets (z.B. „L“ für „low“), seine Bedeutung (low) und den Farbcode (RGB) für die Fuzzy-Set-Linie in der graphischen Darstellung. Die zweite Zeile beinhaltet die Abszissenwerte der jeweiligen Sets und die dritte Zeile die Ordinaten. Alle Werte müssen mit TAB getrennt sein.

Bei nicht berücksichtigten Fuzzy-Sets erscheint dahinter das Code-Wort „NOT_USED“.

Die Fuzzy-Set-Blöcke sind mit einer Zeile, die lediglich ein #-Zeichen enthält, voneinander zu trennen.

Wenn FST-halbkugelbasierte Berechnungen erwünscht sind, muss in die Datei mit Hilfe eines Text-Editors vor dem SI Fuzzy-Set der folgende Block (als Beispiel) eingefügt werden:

```

#
FST  5          FST   FST-Number [-] membership [-]
VL   very low   231    105    69    NOT_USED
L    low       233    200    67    NOT_USED
M    medium      150    230    70
0    5          15
1.00 1.00 0.00
H    high       71    228    205
5    15         24
0.00 1.00 1.00
VH   very high   181   177   119   NOT_USED
#

```

5.2.4 Fließgeschwindigkeiten

Zur Kalibrierung und Validierung der Modellierungsergebnisse ist es zu empfehlen, in einigen Messquerschnitten Fließgeschwindigkeitsmessungen durchzuführen. Dabei sind besonders Querschnitte mit variabler Geometrie, unterschiedlichen Strukturen und potentiellen Rückströmzonen zu berücksichtigen, weil im Hinblick auf die Festlegung von Abflusswirksamkeiten Anhaltspunkte in Form von Felddaten vorliegen sollten. Da in vielen Fällen ohnehin Abflussmessungen durchzuführen sind, können die daraus erhaltenen Messdaten zusätzlich verwendet werden. Durch Vergleich der modellierten mit den gemessenen Fließgeschwindigkeiten kann eine Anpassung der Abflusswirksamkeitsfaktoren erfolgen.

Zur Erfassung der tiefengemittelten Säulengeschwindigkeiten sollten die Messungen in einer Höhe von 40% der Wassertiefe über der Sohle vorgenommen werden. Erfahrungsgemäß lässt sich auf diese Weise die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit gut annähern. Die gera-

de in strukturreichen Abschnitten starken zeitlichen Fluktuationen der Fließgeschwindigkeiten machen i.d.R. Messintervalle nicht unter 30 Sekunden erforderlich. Wegen des eindimensionalen Ansatzes des Modells, das sich auf Querschnitte und die dadurch beschriebenen senkrechten Flächen bezieht, sind auch die Strömungsmessungen orthogonal zu den Messquerschnitten auszurichten.

6 Beurteilung der Habitategnung

Eine Bewertung der ökologischen Gesamtsituation des Gewässers gestaltet sich oftmals schwierig, da die dort ansässigen Lebewesen unter Umständen, abhängig vom Altersstadium, unterschiedliche Präferenzen haben können. Für eine Abschätzung der ökologischen Wirksamkeit von Baumaßnahmen im Gewässer oder für die Festlegung geeigneter Abflussverhältnisse sind daher verschiedenste Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Ziel ist es, eine naturnahe Gewässersituation zu schaffen und durch die Entwicklung vielfältiger morphologischer Strukturen die Biodiversität zu fördern. Neben den ökologischen Aspekten kommen zudem noch die konkurrierenden Belange anderer Nutzer des Gewässers, wie beispielsweise Wasserkraftbetreiber, hinzu.

Das Modul CASiMiR-Fish ist ein Instrument, um die Bewertung der Habitategnung anhand verschiedener Kriterien komfortabel durchzuführen.

Gewässercharakteristik: Die verschiedenen Grundrissdarstellungen ermöglichen eine visuelle Beurteilung, ob die charakteristischen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten für die Leitfischarten innerhalb des Abflussspektrums vorliegen. Außerdem lässt sich feststellen, ob die Durchgängigkeit des Gewässers durch das Einhalten der erforderlichen Mindestwassertiefen gegeben ist.

Räumliche Habitatverteilung: Durch die Verknüpfung der hydraulisch-morphologischen Informationen mit den Habitatansprüchen der Gewässerorganismen lässt sich das Lebensraumangebot für diese bestimmen. Die im Modell ermittelten Eignungsindizes HSI können jeder Einzelfläche eines hoch aufgelösten Gerinnemodells zugewiesen werden. Die Visualisierung im Grundriss ermöglicht eine direkte Beurteilung des Habitatangebots in einer Gewässerstrecke.

Integrales Habitatangebot: Als zusammenfassender, integraler Wert der Eignungen einzelner Gewässerflächen kann das Habitatangebot in einem ganzen Gewässerabschnitt wie z.B. einer Ausleitungsstrecke berechnet werden. Stellt man dieses in Abhängigkeit des Abflusses dar, lassen sich Aussagen über die abflussabhängige und damit zeitliche Veränderung der Lebensräume treffen oder auch Grenzwerte für ökologisch begründete Mindestabflüsse festlegen.

Statistische Habitatverteilung: Ein wichtiger Aspekt bei der Beurteilung des Habitatangebots ist die Häufigkeitsverteilung der Eignungsklassen. Eine Gewässerstrecke mit mittlerem Habitatangebot (= WUA s.o.) kann entweder viele Einzelflächen mit mittlerer Eignung oder aber einige Flächen mit sehr hohen Eignungen und viele mit niedriger Eignung aufweisen. Aus ökologischer Sicht ist der zweite Fall in der Regel günstiger einzuschätzen. Dieser Umstand wird über die Betrachtung der statistischen Verteilung berücksichtigt.

Zeitliche Habitatverteilung: Die mit der Abflussdynamik verbundene zeitliche Variabilität des Habitatangebots ist ein weiterer zu beachtender Aspekt. Durch die Überlagerung von WUA-Funktionen und Abflussgang- bzw. -dauerlinien werden Habitatgang- und -dauerlinien erzeugt. Auf diese Weise lassen sich z. B. Grenzwerte in Form von Mindestanzahl an Tagen, an denen ein bestimmtes Mindesthabitatangebot nicht unterschritten werden darf, festlegen.

7 Literaturhinweise

BEZZOLA, G.R. (2002): Fließwiderstand und Sohlenstabilität natürlicher Gerinne unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der relativen Überdeckung. PhD thesis, Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.

BÖHMER, J.; SCHNEIDER, M. (1999): Field inquiries of hydraulic habitat for fish and investigation with the simulation model CASIMIR. - Proceedings, Ecohydraulics, Salt Lake City.

BOVEE, K.D.; LAMB, B.L.; BARTHOLOW, J.M., STALNAKER, C.B.; TAYLOR, J.; HENRIKSEN, J. (1998): Stream Habitat Analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. - Information and Technology Report USGS/BRD/ITR-1998-0004, US Department of the Interior, US Geological Survey Biological Resources Division.

KAPPUS, B.; SILIGATO, S.; BÖHMER, J.; JANSEN, W.; SCHMID, H. (2000): Ermittlung von Fischhabitatpräferenzen als Grundlage einer hydraulisch-morphologischen Simulation zur Habitatprognose in Fließgewässern. - Abschlussbericht im Auftrag des Instituts für Wasserbau der Universität Stuttgart, Prof. Dr. H. Rahmann, Institut für Zoologie, Universität Hohenheim.

KOPECKI, I. (2008): Calculational approach to FST-Hemispheres for Multiparameterical Benthos Habitat Modelling. – Dissertation, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 169, Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart, Stuttgart.

JORDE, K. (1996): Ökologisch begründete, dynamische Mindestwasserregelungen bei Ausleitungskraftwerken. - Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 90, Universität Stuttgart, Eigenverlag, Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart, Stuttgart.

OTTO, A.; REH, W. (1999): Gewässerstruktur – Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland Pfalz, Mainz.

RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (2000): Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. - Luxemburg.

SCHNEIDER, M. (1999): Field study and use of the simulation model CASIMIR for fish habitat forecasting in Brenno river. - Proceedings, Ecohydraulics, Salt Lake City.

SCHNEIDER, M. (2001): Habitat- und Abflussmodellierung für Fließgewässer mit unscharfen Berechnungsansätzen. – Dissertation, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 108, Universität Stuttgart, Eigenverlag, Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart, Stuttgart.