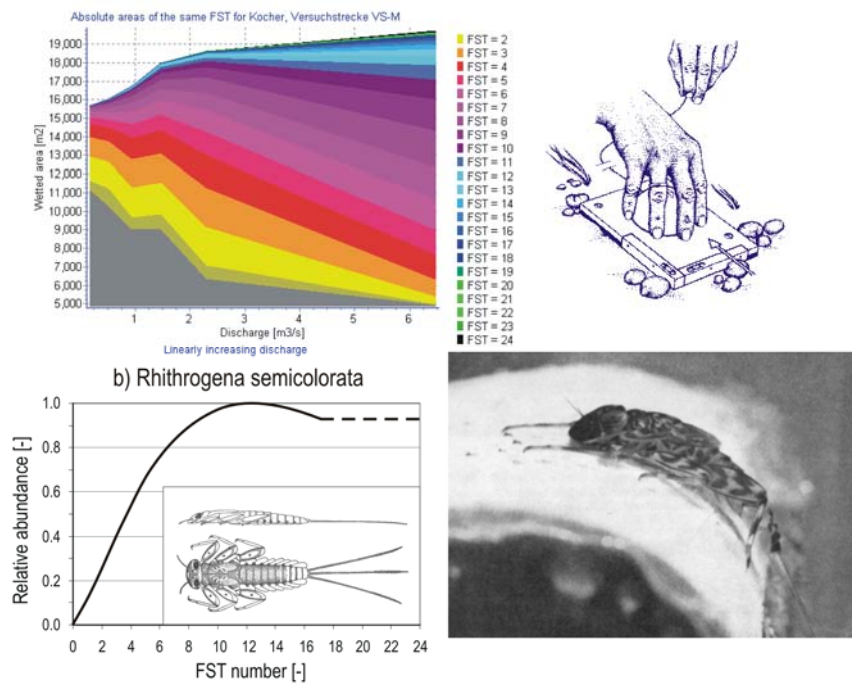


Handbuch für das Habitatsimulationsmodell

CASiMiR

Modul: CASiMiR-Benthos



Stand: Februar 2010

zusammengestellt von Ianina Kopecki und Matthias Schneider

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.casimir.de>
<http://www.iws.uni-stuttgart.de>

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	5
1.1	Benthoshabitatmodellierung	5
1.2	Grundlagen von CASiMiR-Benthos	5
1.2.1	FST-Halbkugelmethode	5
1.2.2	FST-basierte Präferenzfunktionen	7
1.2.3	Modellierungsprinzip	8
1.3	Die Entwicklung von CASiMiR-Benthos	9
2	INSTALLATION UND START	10
2.1	Programminstallation	10
2.2	Programm starten	10
2.3	Programm beenden	10
2.4	Programm deinstallieren	10
3	PROGRAMMANWENDUNG	11
3.1	Beispielprojektbeschreibung	11
3.2	Hauptfunktionen des Moduls CASiMiR-Benthos	11
3.2.1	Einlesen und Visualisieren der FST-Datei	11
3.2.2	Einlesen und Darstellung von Habitatanspruchsdaten	16
3.2.3	Auswertung der Habitatberechnungen	17
3.3	Weitere Möglichkeiten	19
3.3.1	Einlesen von Ganglinien	19
3.3.2	Einstellung der Sprache	20
3.3.3	Arbeit mit Projekten	20
4	DATEIFORMATE	21
4.1	FST-Datei	21
4.2	Habitatanspruchsdaten	22
4.3	Gangliniendatei	22

4.4	Projektdatei	23
5	STATISTISCHE FUNKTIONEN IN CASIMIR-BENTHOS	24
5.1	Log-Normale Verteilung	24
5.2	Weibull-Verteilung	24
5.3	Gamma-Verteilung	25
6	LITERATURHINWEISE	26

1 Einführung

1.1 Benthoshabitatmodellierung

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.

Als Benthos wird die am oder im Gewässergrund - dem Benthos - lebende Gemeinschaft von Organismen bezeichnet. Dies sind meist Wirbellose, jedoch können nach dieser Definition auch am Grund lebende Fischarten dazu gezählt werden. Benthosarten erfüllen eine Vielzahl wichtiger Funktionen in Fließgewässerökosystemen. So beschleunigen sie beispielsweise den Abbau toter organischer Masse, da diese zu ihren Hauptenergiequellen zählt. Viele wirbellose Benthosarten sind Räuber, die die Dichte, das Vorkommen und die Größe ihrer Beute beeinflussen. Insbesondere sind diese Arten eine wichtige Nahrungsquelle für viele andere Arten wie Fische, Schildkröten oder Vögel. Wegen der Besonderheiten des Benthoshabitats können Fischhabitatmodelle mit ihren typischen Parametern, wie Wassertiefe, Substrat und tiefengemittelte Geschwindigkeit, nur eingeschränkt verwendet werden.

Obwohl derzeit die Zahl der Fischhabitatuntersuchungen gegenüber der der Benthoshabitatmodellierung überwiegt, gibt es einige Gründe, warum diese in einigen Fällen unumgänglich wird. (1) Ein zeitgemäßes Verständnis der Flussökosysteme umfasst die Betrachtung aller seiner Komponenten und somit auch der Benthosarten, schon deswegen, weil diese teilweise spezifischere Ansprüche an ihre Umweltbedingungen stellen als beispielsweise Fische. (2) In einigen Fällen sind benthische Organismen die einzigen Zielarten von Habitatuntersuchungen, entweder weil in den Untersuchungsstrecken keine Fische vorhanden sind oder dort einzigartige Benthosarten vorkommen, die es auf jeden Fall zu erhalten gilt.

1.2 Grundlagen von CASiMiR-Benthos

Das Modul CASiMiR-Benthos bietet Möglichkeiten zur Untersuchung der sohnahen Hydrodynamik und, daraus abgeleitet, dem Habitatangebot für benthische Arten als Anzeiger der ökologischen Funktionsfähigkeit. Andere Untersuchungen zur Analyse des Freiwasserraums und der Uferzonen von Gewässern können mit dem Modul CASiMiR-Fish oder dessen Erweiterungen durchgeführt werden. Hier wird nur auf den benthospezifischen Teil des gesamten Simulationssystems CASiMiR eingegangen.

1.2.1 FST-Halbkugelmethode

Die Erkenntnis, dass sohnaher Strömungsverhältnisse von größter Bedeutung für benthische Organismen sind, führte zu der Suche nach geeigneten Messgrößen, diese zu beschreiben. Zu diesem Zweck wurden die sogenannten FST-Halbkugeln entwickelt (STATZNER & MÜLLER, 1989). Seit der Einführung wurde die Messausstattung und die Messtechnik der FST-Halbkugelmethode modifiziert, um die Reproduzierbarkeit des Verfahrens zu verbessern.

Messverfahren

Derzeit basiert die FST-Halbkugel-Methode auf 24 standardisierten Kunststoffhalbkugeln von identischer Größe (Radius 3,9 cm) und Oberfläche, aber von unterschiedlicher Dichte.

Die leichteste Halbkugel Nr. 1 besitzt eine Dichte, die mit $1,015 \text{ g/cm}^3$ nur um 1,5 % über der von Wasser liegt, die schwerste Halbkugel Nr. 24 wiegt mit einer Dichte von $10,009 \text{ g/cm}^3$ etwa das Zehnfache. Zu den Halbkugeln gehört eine $13 \times 18 \text{ cm}$ große standardisierte metallische Grundplatte mit strukturierter Oberfläche und einem Auslösemechanismus. Als Hilfsmittel für die horizontale Ausrichtung im Gewässer dient eine eingebaute Libelle (siehe Abbildung 1).

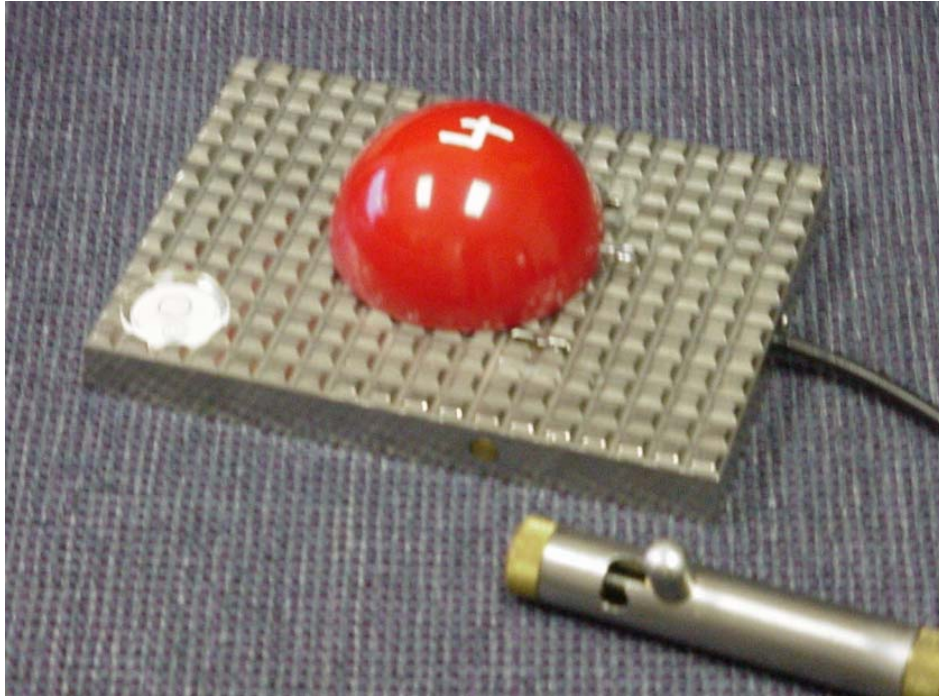


Abbildung 1. FST-Halbkugel auf der Grundplatte mit strukturierter Oberfläche und Auslösemechanismus

Funktionsweise

Die Grundplatte wird, falls möglich, bis zur Oberkante in das Substrat eingegraben und horizontal ausgerichtet. In einem „Try-and-Error-Verfahren“ werden die Halbkugeln nacheinander auf die Platte aufgesetzt und geprüft, ob sie von der Strömung verdriftet werden. Als Messergebnis wird dann die Nummer der schwersten Halbkugel festgehalten, die gerade noch abgedriftet wird. Bleibt auch die leichteste Halbkugel 1 auf der Platte liegen, wird eine fiktive Halbkugel 0 angenommen und dem Messpunkt zugeordnet.

Messumfang

Für die praktische Anwendung des Verfahrens ist es erforderlich, eine Stichprobe von genügend großem Umfang, d.h. Einzelmessungen mit FST-Halbkugeln, durchzuführen, um die tatsächliche Grundgesamtheit der sohlnahen Strömung ausreichend genau beschreiben zu können. Für längere Ausleitungsstrecken mit heterogener Morphologie wurde bisher davon ausgegangen, dass pro Abfluss 100 Einzelmessungen ausreichend sind (JORDE, 1996). Die Orte im Gewässer, an denen die einzelnen Messungen durchgeführt werden, müssen in Längs- und Querrichtung zufallsverteilt sein. Wie dabei konkret vorgegangen wird, ist unerheblich. Da es im allgemeinen zu aufwendig ist, die Positionen der einzelnen Messpunkte genau einzumessen, ist es sinnvoll, bei jedem Abfluss unterschiedliche zufallsverteilte Messpunkte zu untersuchen, die beispielsweise entlang markierter Querprofile liegen. Dies berücksichtigt auch, dass bei größeren Abflüssen Stellen benetzt sind, die bei geringeren trockenliegen, aber nun in die Gesamtfläche mit einbezogen werden müssen.

Um die Auswirkungen unterschiedlicher Strömungsverhältnisse auf das Benthoshabitat beurteilen zu können, sollten FST-Halbkugelmessungen bei mehreren Abflüssen durchgeführt werden. Diese sollten, angefangen beim geringsten (künstlich herbeigeführten oder natürlichen), bis zum höchsten interessierenden Abfluss durchgeführt werden. Dabei sollte jeder Abfluss in der Reihe ca. doppelt so groß sein wie der vorhergehende. Die physikalische Basis für die Benthoshabitatmodellierung ist dann die Häufigkeitsverteilungen der FST-Halbkugel-Messwerte für die Reihe der relevanten Abflüsse.

1.2.2 FST-basierte 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. Präferenzfunktionen beschreiben eine univariate Verknüpfung zwischen Abiotik und Biotik, die demnach zu Einzelhabitateignungen bezüglich einzelner Parameter (z.B. Wassertiefe) führt. Üblicherweise ist die Habitatqualität durch die Ausprägung mehrerer Faktoren bestimmt und diese „Einzeleignungen“ müssen mittels verschiedener Ansätze miteinander verknüpft werden. In der derzeitigen CASiMiR-Benthos-Version wird jedoch nur die univariate Verknüpfung zwischen Abiotik und Biotik auf Basis der FST-Halbkugel berücksichtigt.

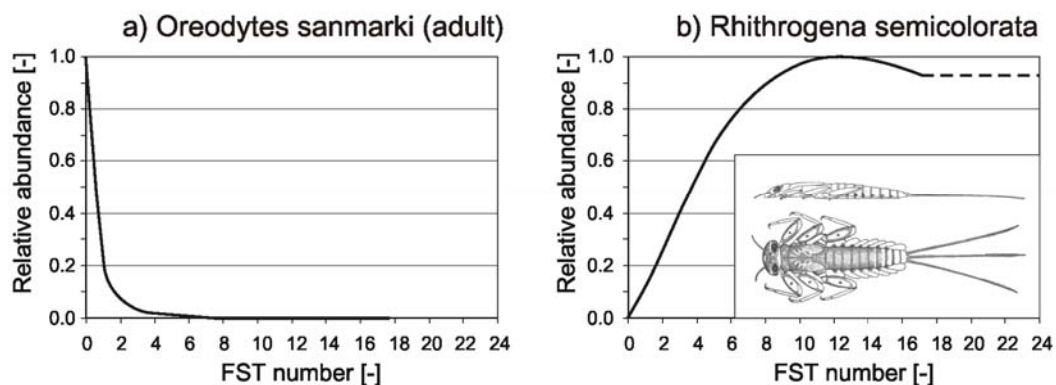


Abbildung 2. Normierte Präferenzkurven für benthische Arten auf FST-Halbkugel-Basis

Rohdatenerhebung

Die Ermittlung und Beurteilung von Habitatansprüchen auf FST-Basis erfolgt durch Auswertung der gemessenen Rohdaten. Die Beprobungen werden im allgemeinen mit einem Surber-Sampler durchgeführt, so dass aufgrund der definierten beprobten Fläche eine quantitative Auswertung möglich ist. Die biologische Beprobung muss vor der FST-Messung erfolgen, um Verfälschungen durch Ausweichverhalten zu vermeiden.

Normierte Präferenzkurven

Für die numerische Auswertung in Modellen und Simulationsverfahren sind Präferenzkurven gut geeignet. Sie müssen hierzu jedoch normiert werden. Da die Originaldaten auf lokaler Abundanz basieren, diese aber beispielsweise von Gewässer zu Gewässer oder von Jahr zu Jahr starken natürlichen Schwankungen unterliegen, müssen die Daten normiert werden. Dazu werden die jeweiligen Datensätze beziehungsweise Funktionswerte durch ihr Maximum dividiert, wodurch eine Funktion mit Werten zwischen 0 und 1 entsteht (siehe Abbildung 2).

Kategorien

Aus einer Vielzahl von wissenschaftlichen und angewandten Untersuchungen sind heute Datensätze für mehrere hundert benthische Arten verfügbar. Es lassen sich drei unterschiedliche Kategorien unterscheiden:

- Präferenzkurven, die für eine bestimmte Art an unterschiedlichen Gewässern nachgewiesen wurden und somit als übertragbar angesehen werden.
- Präferenzkurven, die sich für ein und dieselbe Art an unterschiedlichen Gewässern unterscheiden und somit nicht als übertragbar angesehen werden können.
- Präferenzkurven für eine bestimmte Art, die nur an einem oder zwei Gewässern nachgewiesen wurden. Damit ist keine Aussage für die Übertragbarkeit möglich.

Datenbank

Die gesamte Datenbank liegt in Form einer Access-Datei beim Institut für Wasserbau vor und ist für nichtkommerzielle Zwecke grundsätzlich kostenlos nutzbar. Dabei gehen wir davon aus, dass eigene, zusätzlich erhobene Daten für die weitere Ergänzung der Datenbank zur Verfügung gestellt werden. Für kommerzielle Zwecke steht die Datenbank ebenfalls zur Verfügung, wobei die Nutzungsbedingungen im Einzelnen festzulegen sind.

1.2.3 Modellierungsprinzip

Für die Ermittlung des Habitatsangebotes werden nun die Muster der sohnahen Strömungsverhältnisse (ausgedrückt durch die Verteilungen der FST-Halbkugel-Messwerte) mit den Präferenzfunktionen rechnerisch verknüpft, d. h. jedem Flächenanteil mit bestimmten sohnahen Strömungsverhältnissen wird eine bestimmte Habitatqualität zugewiesen. Daraus ergibt sich dann die Habitatqualität für die untersuchte Art, entweder als Funktion des Abflusses oder, bei Verwendung von Ganglinien, als Zeitreihe. Das Prinzip ist in Abbildung 3 dargestellt.

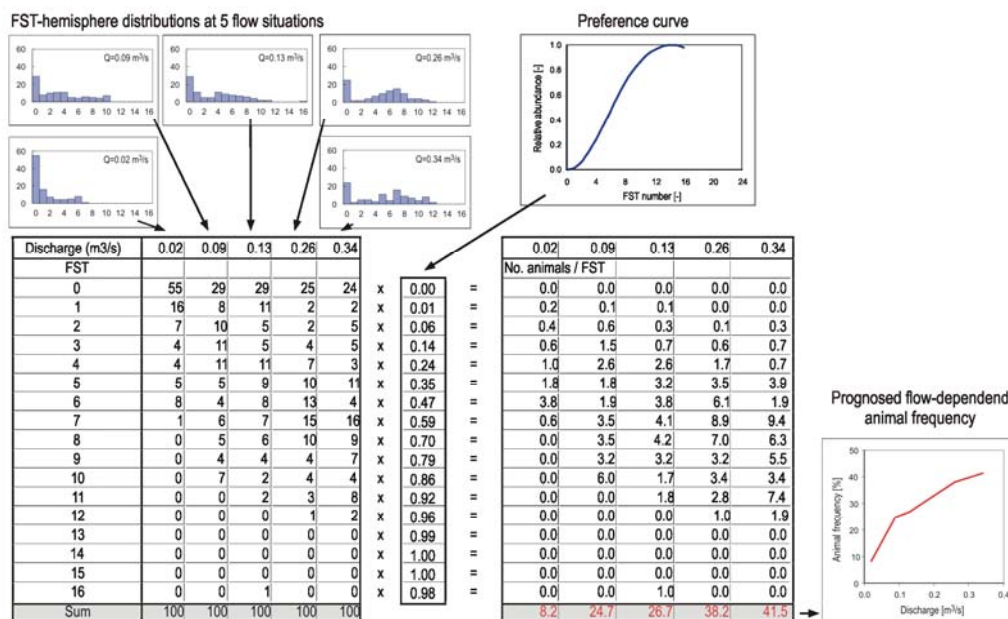


Abbildung 3. CASiMiR-Benthos Modellierungsprinzip

Im Modell werden die FST-Halbkugelmessreihen mittels statistischer Verteilungen angepasst. Die Verknüpfung der physikalischen mit den biologischen Daten erfolgt dann auf Basis dieser berechneten Anpassungen. Drei statistische Verteilungen stehen dem Benutzer zu Verfügung: Log-Normal, Weibull und Gamma (siehe Kap. 3.2.1.2).

1.3 Die Entwicklung von CASiMiR-Benthos

Seit Beginn der 90er Jahre wurde das Simulationsmodell CASiMiR (**C**omputer **A**ided **S**imulation **S**ystem for **I**nstream **F**low **R**equirements) am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart entwickelt. Zunächst war die Software auf die Lebensräume benthischer Organismen ausgerichtet. Die ursprüngliche Motivation war vor allem, die in einigen europäischen Ländern sehr aktuelle Frage der Mindestwasserabgaben an Ausleitungs- und Speicherkraftwerken zu beantworten (JORDE, 1996). Neben BHABIM (Benthos HABItat Model), dem ersten Modell, das auf Grundlage der FST-Halbkugelmethode entwickelt wurde, entstand in CASiMiR das Fischhabitatmodul SORAS (Structure Orientated River Analysing System). Mittels Fuzzy-Logik erlaubte SORAS die Bewertung der Einflüsse von Abflussregimeänderungen auf Fischhabitate über ein- oder zweidimensionale hydraulische Modelldaten.

Obwohl es manchmal unumgänglich ist, die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer mit Einbezug der spezifischen Ansprüche der Benthosarten zu untersuchen, wurde das Benthos-Modell, im Vergleich zu SORAS, weniger häufig eingesetzt. Vor allem die unklare physikalische Grundlage der FST-Halbkugelmethode und ein beachtlicher Messaufwand erschwerten die breitere Anwendung dieses Modells. Da bei der Erhebung der Präferenzen die Methode in einigen Fällen eindeutigere Beziehungen ergab als die Verwendung anderer Parameter, wurden häufig biologische Untersuchungen auf Basis von FST-Halbkugeln durchgeführt, was zu einer umfangreichen Benthos-Präferenzen-Datenbank führte. Diese Daten konnten lange Zeit ohne FST-Halbkugel-Messungen vor Ort nicht weiter verwendet werden.

Daher wurden weitere Untersuchungen zur Klärung der Grundlage der FST-Halbkugelmethode und Eliminierung der notwendigen Feldmessungen angestrengt (KOPECKI, 2008). Mittels numerischer Simulationen der Strömung über einer Halbkugel wurde gezeigt, dass die gemessene FST-Halbkugel-Nummer mit der Geschwindigkeit 4 cm über der Sohle korreliert. Mit einem neuem Ansatz ist es mittlerweile möglich, aus den Parametern, die gewöhnlich bei Fischuntersuchungen Verwendung finden (Wassertiefe, tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit, Substrat), die örtliche Verteilung der FST-Halbkugelnummern auszurechnen.

Dieser neue Ansatz bietet mehrere Vorteile: Zum einen die Erleichterung der konventionellen einparametrischen Modellierung anhand von Präferenzkurven durch Verwendung der Daten zu Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und Substrat. Zum anderen sind bei tiefergehenden Untersuchungen multiparametrische, fuzzybasierte Auswertungen möglich.

Die derzeit frei verfügbare Basisversion ist sehr nah am ursprünglichen BHABIM-Modell und arbeitet mit Präferenzfunktionen auf FST-Halbkugel-Basis. Die Implementierung der neuen Modellierung mittels des rechnerischen Ansatzes zu FST-Halbkugeln und weitergehend multiparametrische Untersuchungen sind in einer zukünftigen Version von CASiMiR-Benthos geplant.

2 Installation und Start

2.1 Programminstallation

- ☞ Legen Sie die mitgelieferte CD-Rom in Ihr CD-Laufwerk ein.
- ☞ Deinstallieren Sie vorher alle auf dem Rechner vorhandene **CASiMiR-Benthos**-Versionen. Die Dateien, die bei der Deinstallation nicht gelöscht werden konnten, müssen manuell entfernt werden.
- ☞ Wählen Sie das CD-Laufwerk in einem Datei-Manager (Windows-Explorer o.ä.) aus. Im Verzeichnis **Benthos** befindet sich die Datei **setup.exe**. Wenn Sie dieses Programm ausführen (durch Doppelklick), werden Sie automatisch durch den Installationsvorgang geführt.
- ☞ Folgen Sie den Installationshinweisen auf dem Bildschirm. Falls Sie vorher die Module **CASiMiR-Fish** oder **CASiMiR-Hydropower** installiert haben, empfiehlt es sich, **CASiMiR-Benthos** in das selbe Stammverzeichnis zu installieren (vorgegeben: **Programme/CASiMiR-Base**).
- ☞ Im Dialogfenster **Customer Information** können Sie bestimmen, ob das Modul nur für Ihr Benutzerkonto oder für alle Konten auf dem Rechner zugänglich ist.

Nach erfolgreicher Installation erscheint auf Ihrem Desktop ein Symbol **CASiMiR-Benthos**.

2.2 Programm starten

Das Modul CASiMiR-Benthos wird folgendermaßen gestartet:

- ☞ Doppelklicken Sie auf das **CASiMiR-Benthos** Symbol auf dem Desktop
- oder
- ☞ Wählen Sie im Startmenü den Unterpunkt „Programme“, dann die Programmgruppe **CASiMiR-Base**, und wählen Sie das Programmsymbol **CASiMiR-Benthos**

2.3 Programm beenden

- ☞ Wählen Sie im Menü **Datei/Projekt** den Unterpunkt **CASiMiR-Benthos beenden**.

2.4 Programm deinstallieren

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

3 Programmanwendung

Anhand des Fallbeispiels einer Ausleitungstrecke am Fluss Kocher in S-Deutschland sollen im Folgenden die grundlegenden Funktionen von CASiMiR-Benthos näher erläutert werden.

3.1 Beispielprojektbeschreibung

Die hier betrachtete Ausleitungstrecke gehört zum Kraftwerk Ohrnberg am Kocher (ein Nebenfluss des Neckars). Die Ausleitungstrecke wies zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Mindestwasserregelung auf, der Betreiber dotierte jedoch freiwillig ca. 50 l/s über einen Fischaufstieg am Ausleitungswehr. Durch Undichtigkeiten im Kanal, kleinere Hangquellen und Grundwasserzutritte steigt der Trockenwetterabfluss auf ca. 300 l/s. Das als Laufwasserkraftwerk mit zusätzlicher Speichermöglichkeit konzipierte Kraftwerk Ohrnberg wies im Untersuchungszeitraum nur 540 kW der ursprünglichen 970 kW Ausbauleistung auf. Die Verluste entstanden durch Verlandungen des Kanals, des Stollens und Speichersees sowie durch Wirkungsgradverluste der Kraftwerksmaschinen, die 1927 in Betrieb gingen. Eine Beschreibung des vollständigen Untersuchungsprogramms am Kraftwerk mit dem Ziel einer ökologisch und energiewirtschaftlich vertretbaren Mindestwasserregelung ist in JORDE (1996) zu finden.

Im Fallbeispiel wird eine von drei, für einen bestimmten Abschnitt der Ausleitungstrecke repräsentative, Teilstrecke betrachtet. Die Länge der Strecke beträgt ca. 1.000 m. Der obere Teil ist noch sehr naturnah, im unteren Teil wechseln gestaute Abschnitte mit kleineren Rampen und tiefen Pools ab.

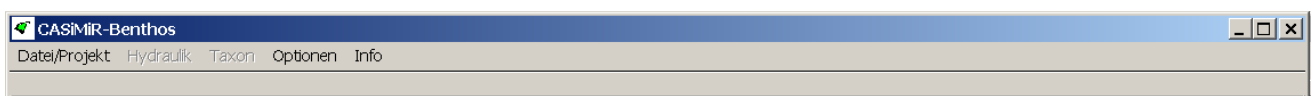
Die mit dieser CASiMiR-Benthos-Version mitgelieferten Beispieldaten umfassen:

1. FST-Halbkugelmessungen bei 6 Abflüssen (von 0,18 bis 6,48 m³/s),
2. 3 Präferenzfunktionen für:
 - Limnophiler Egel *Helobdella stagnalis*
 - Rheobionte Köcherfliegenlarve *Rhyacophila cf. dorsalis*
 - Rheophile Köcherfliegenlarve *Psychomyia pusilla*
3. Abflussganglinien für ein durchschnittliches Jahr (1986) mit einer dynamischen (zuflussabhängigen) und einer Status Quo Mindestwasserregelung.

3.2 Hauptfunktionen des Moduls CASiMiR-Benthos

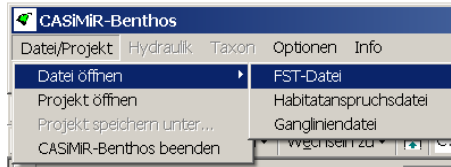
3.2.1 Einlesen und Visualisieren der FST-Datei

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



Zunächst kann die FST-Datei, die als physikalische Grundlage der Auswertung dient, geladen werden.

- ☞ Wählen Sie dazu unter dem Menüeintrag **Datei/Projekt** den Unterpunkt **Datei öffnen** und danach den Punkt **FST-Datei**.



Die mitgelieferten Dateien für das Fallbeispiel befinden sich im Verzeichnis [INSTALLDIR]\Examples\Benthos.

- ☞ Wählen Sie aus dem Verzeichnis **Kocher** die Datei **VS-M.fst** (siehe 4.1 für eine Erläuterung des Formats einer FST-Datei).

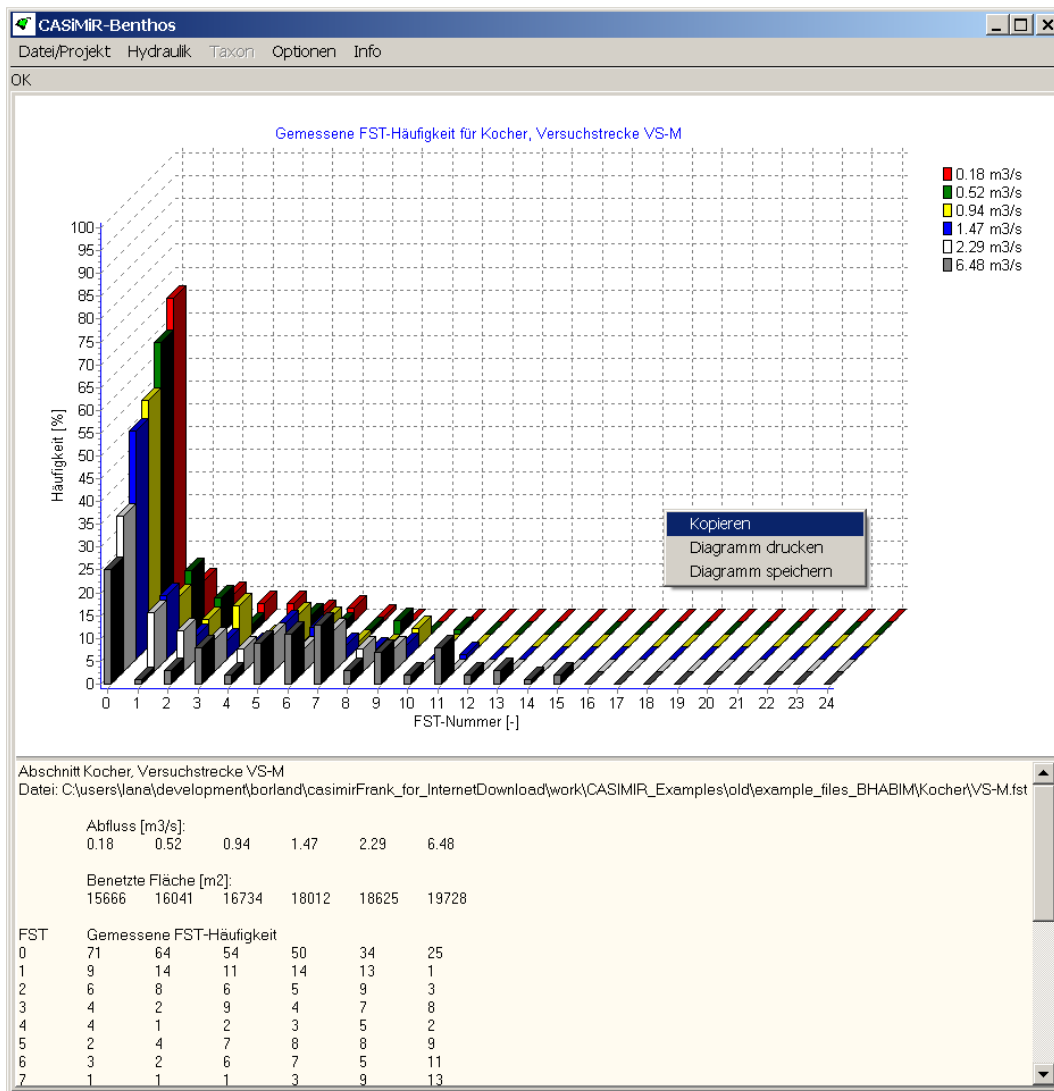
Die FST-Daten werden eingelesen und der Menüpunkt **Hydraulik** wird aktiviert. Folgende Darstellungen der Hydraulik-Daten stehen dem Benutzer zu Verfügung:

3.2.1.1 3D Säulendiagramm der gemessenen FST-Häufigkeitsverteilungen

Diese Darstellung erscheint automatisch nach dem Öffnen der FST-Datei. Im oberen Teil des Programmfensters befindet sich eine grafische Darstellung der Daten, im unteren Teil werden die Daten in Textform angezeigt. Durch das Verschieben der beweglichen Grenze zwischen dem oberen und unteren Teil können Sie die jeweilige Darstellung vergrößern oder verkleinern. Sie können diese Ansicht jederzeit wieder über das Menü **Hydraulik** → **FST-Daten** einblenden.

Sowohl in dieser als auch in anderen Darstellungen stehen Ihnen folgende zusätzliche Funktionen zu Verfügung:

- ☞ Um das Diagramm in die Zwischenablage zu kopieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Diagrammfläche und wählen **Kopieren**. Danach kann das Bild in jedes gängige Programm (z.B. MS Word) eingefügt werden.
- ☞ Sie können das Diagramm ausdrucken, indem Sie mit der rechten Maustaste auf die Diagrammfläche klicken und **Diagramm drucken** auswählen. Es erscheint ein Druckerdialog, über den Sie Ihren Druckauftrag abschicken können.
- ☞ Um ein Diagramm zu speichern, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Diagrammfläche und wählen **Diagramm speichern**. Über den nun eingeblendeten Speicherdialog können Sie einen Speicherort auswählen. Die Grafik wird im BMP-Format abgelegt.
- ☞ Die gesamten Textdaten können in die Zwischenablage kopiert werden, indem Sie zuerst mit der rechten Maustaste auf das Textfenster und danach auf **Alles auswählen** klicken. Danach können Sie den gewählten Text im selben Menü mit dem Punkt **Kopieren** in die Zwischenablage legen. Es ist auch möglich, wie in einem gewöhnlichen Editor, durch Klicken und Ziehen mit der linken Maustaste Teile des Textes zu markieren und weiter zu kopieren.



3.2.1.2 Statistische Verteilungen der FST-Halbkugel-Messwerte

Im Gegenteil zu CASiMiR-Fish erlaubt dieses Modul nur statistische, also nicht ortsbezogene, Auswertungen der am Gewässerboden wirkenden Strömungsverhältnisse. Man geht davon aus, dass 100 einzelne, zufallsverteilte FST-Messungen pro Abfluss ausreichend die Grundgesamtheit der sohnahen Strömungsbedingungen beschreiben und für die statistische Auswertung mittels Wahrscheinlichkeitsverteilungen genügen.

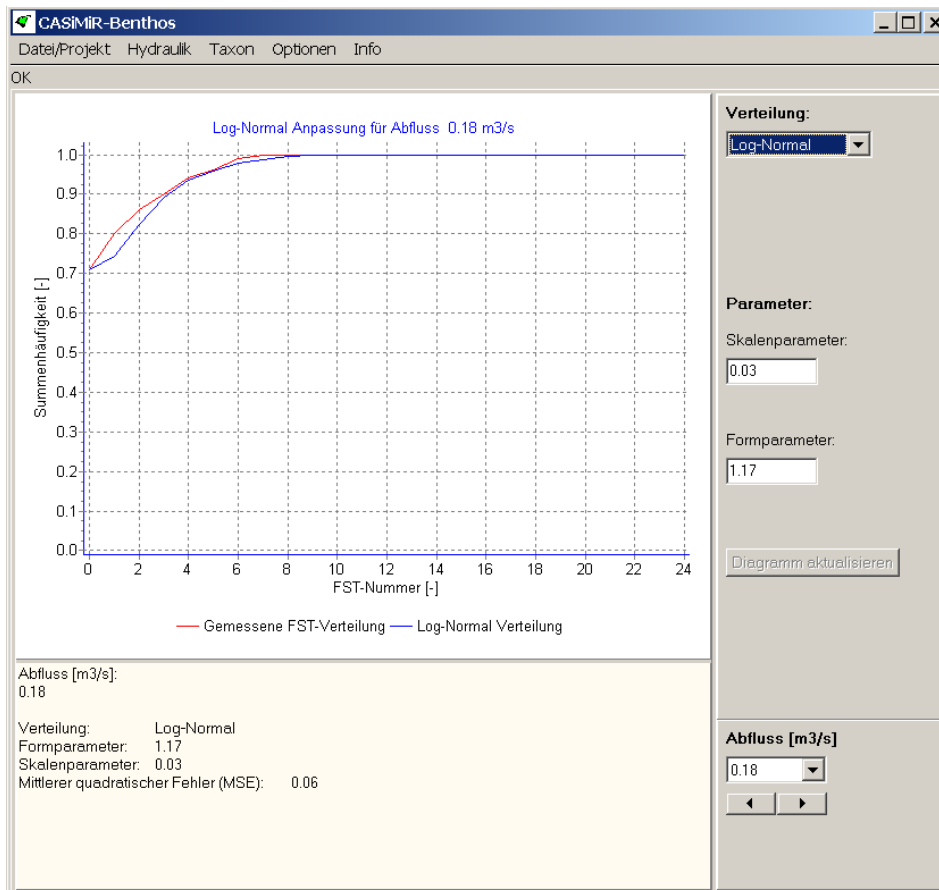
Für die Auswertung der Messergebnisse müssen die FST-Halbkugel-Nummern in physikalische Größen umgewandelt werden, da die Nummern selbst Ordinalzahlen darstellen. Statistische Auswertungen, welche auf Ordinalzahlen basieren, sind mit Ausnahme des Medians bedeutungslos und damit nicht anwendbar. Bei Anpassung der statistischen Funktionen wird im Modell die Dichtedifferenz der FST-Halbkugel zu Wasser benutzt.

Dem Benutzer stehen drei statistische Funktionen zur Verfügung: Log-Normal, Weibull und Gamma (siehe 3.2.1.2). Die Halbkugelnummer 0 wird bei der Auswertung nicht betrachtet. Als Standard ist im Programm die log-normale Verteilung ausgewählt.

Sie erreichen eine Darstellung der statistischen Verteilung über den Menüpunkt **Hydraulik** → **Statistische Verteilungen**. Diese besteht aus einem Diagramm mit den FST-Halbkugelhäufigkeiten (links oben), Informationen zur Darstellung (links unten) und rechts eine Steuerleiste zum Ändern des statistischen Anpassungstyps und dessen Parameter.

Unten rechts befindet sich eine Combobox, mit deren Hilfe die Darstellung für einen bestimmten Abfluss gewählt werden kann.

Das Diagramm der Summenhäufigkeiten zeigt zwei Kurven – die gemessene Verteilung und deren Anpassung durch die gewählte statistische Funktion. Obwohl die Anpassung auf den Dichtedifferenzen der FST-Halbkugel zu Wasser basiert, werden im Diagramm zur besseren Übersicht die Halbkugelnummern angezeigt.

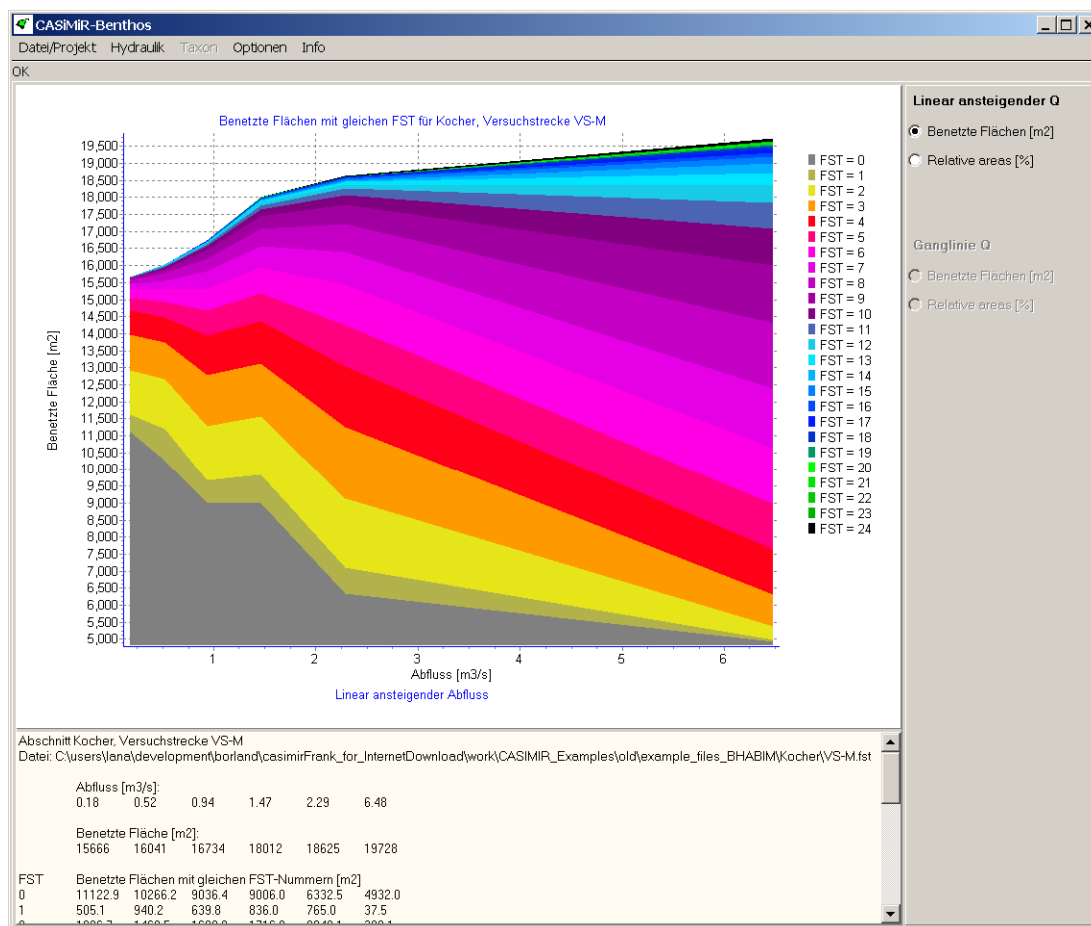


- ☞ Um die Art der statistische Funktion bei einem bestimmten Abfluss zu verändern, wählen Sie in der Combobox **Verteilung** die gewünschte Verteilung (**Log-Normal**, **Weibull** oder **Gamma**). Die beste Anpassung zu den Messdaten wird berechnet und der linke Fensterteil mit Diagramm und Textinformationen aktualisiert.
- ☞ Um die Art der Funktion für alle Abflüsse gleich zu setzen, wählen Sie im Hauptmenü den Punkt **Optionen->Standardverteilung** und bestimmen Sie die gewünschte Art der Funktion.
- ☞ Um die statistische Verteilung manuell anzupassen, können **Skalenparameter** und **Formparameter** der Funktion geändert werden. Wenn der Wert der Parameter vom Benutzer geändert wird, wird die Schaltfläche **Diagramm aktualisieren** freigeschaltet. Nach dem Klicken auf diese Schaltfläche werden Diagramm- und Textfenster aktualisiert.
- ☞ Um zur Verteilung bei anderen Abflüssen zu gelangen, die im Datensatz gespeichert sind, benutzen Sie die Elemente unter **Abfluss** unten rechts. Es ist möglich, entweder direkt mit einer Combobox den Abfluss zu wählen, oder zwischen diesen mit den **Links/Rechts-Pfeilen** zu blättern.

3.2.1.3 Darstellung benetzter Flächen gleicher FST-Nummern

Mit Hilfe dieser Darstellung kann man beurteilen, wie sich die benetzten Flächenanteile gleicher FST-Nummern mit linear ansteigendem Abfluss verändern. Es lässt sich bereits anhand der hydraulischen Daten abschätzen, wie sich die Bedingungen für verschiedene Benthosarten mit dem Abfluss ändern. Man sieht z.B., dass für die Beispielstrecke der Anteil der Flächen mit dem Halbkugel-Messwert 0 beim niedrigsten Messabfluss ungefähr doppelt so hoch ist, wie bei einem Abfluss von 2,25 m³/s. Die dargestellten Flächenanteile basieren auf der durchgeführten statistischen Anpassung an die Messergebnisse.

☞ Wählen Sie im Hauptmenü unter **Hydraulik** die Option **Benetzte Flächen mit gleichen FST**.



☞ Mit Hilfe der Radiobuttons auf dem rechten Panel ist es möglich, zwischen vier unterschiedlichen Darstellungen zu wechseln:

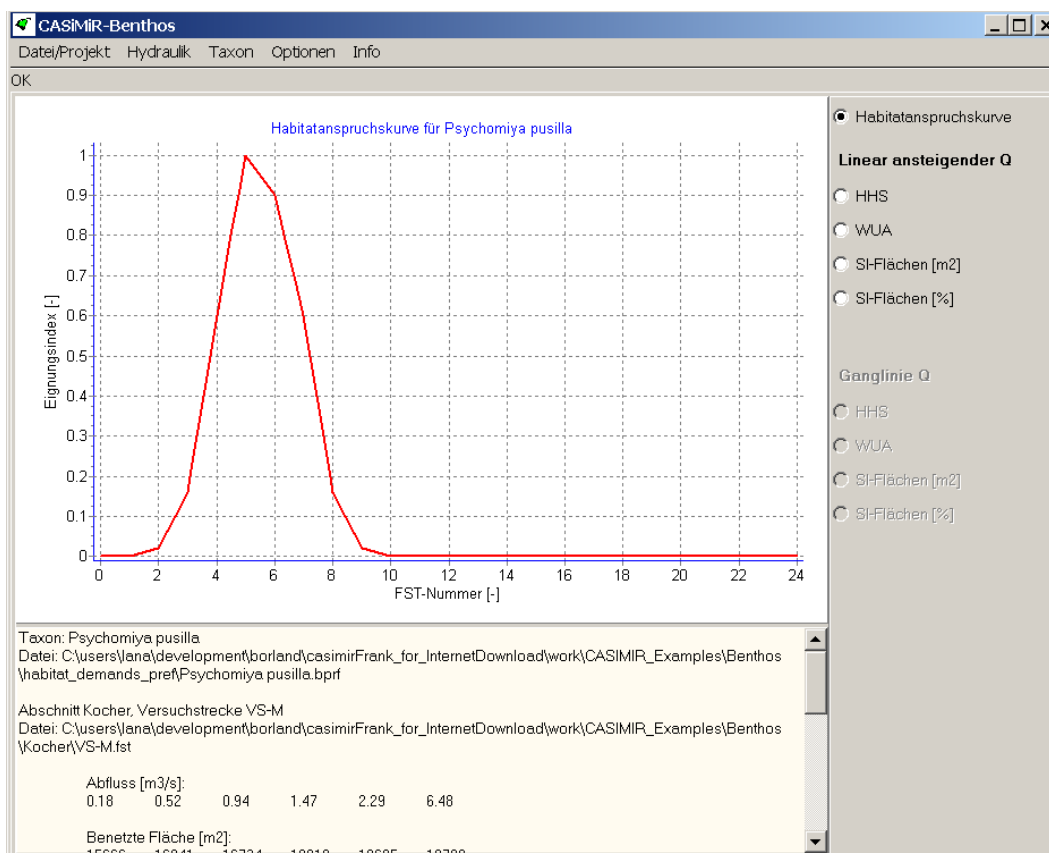
- Darstellung der absoluten benetzten Flächen (in m²) bei linear ansteigendem Abfluss
- Darstellung der relativen benetzten Flächen (in %) bei linear ansteigendem Abfluss
- Darstellung der absoluten benetzten Flächen (in m²) als Zeitreihe (bei eingelesener Gangliniendatei (siehe 4.3))
- Darstellung der relativen benetzten Flächen (in %) bei als Zeitreihe (bei eingelesener Gangliniendatei (siehe 3.3.1))

3.2.2 Einlesen und Darstellung von Habitatanspruchsdaten

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

Es wird hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die der gelieferten Programmversion beigelegten, auf die Beispielgewässer abgestimmten Anspruchsdaten nicht ohne weiteres auf andere Gewässer übertragbar sind. Die Erstellung bzw. Anpassung von Präferenzfunktionen 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.

Die Hauptansicht **Taxon** besteht aus dem Diagrammfenster (links oben), einem Informationsfenster (links unten) und einer Kontrollfläche (rechts), in der verschiedene Ansichten der Habitatberechnungen gewählt werden können. Wenn die FST-Daten und/oder Gangliniendaten noch nicht eingelesen sind, bleiben die entsprechenden Schaltflächen inaktiv.



- ☞ Wählen Sie in dem Hauptmenu im Menüpunkt **Datei/Projekt** → **Datei öffnen** die Option **Habitatsanspruchskurve**. Es erscheint das Dialog **Habitatsanspruchskurve öffnen**.
- ☞ Wechseln Sie in das Verzeichnis **habitat_demands_pref** im Verzeichnis **Benthos**.
- ☞ Wählen Sie die Datei **Psychomyia pusilla.bprf** aus und öffnen Sie diese im Menüpunkt **Taxon** des Hauptmenüs. Es erscheint die **Taxon**-Ansicht, in der die **Habitatsanspruchskurve** der gewählten Tierart angezeigt wird.

Es können gleichzeitig mehrere Habitatanspruchsdateien gewählt und eingelesen werden. Es muss beachtet werden, dass, wenn in den Präferenzdaten die höchste Halbkugelnum-

mer weniger als 24 beträgt, die Habitatberechnungen nur für den in der Präferenzkurve beschriebenen Bereich durchgeführt werden.

3.2.3 Auswertung der Habitatberechnungen

Im Vergleich zu CASiMiR-Fish erlaubt das Benthos-Modul die statistische, nicht aber die räumlich zugeordnete Auswertung des Habitatangebots (vgl. Grundrissdarstellung in CASiMiR-Fish). Mit der derzeitigen Methode kann man analysieren, wie viel Fläche wie gut geeignet für die betrachteten Tierarten ist. Es ist aber nicht möglich vorherzusagen, wo genau im Gewässer gute oder schlechte Habitate für diese liegen.

Das Habitatangebot als integraler Wert der Abflussabhängigkeit wird gewöhnlich in Form einer gewichteten nutzbaren Fläche, der sogenannten „weighted usable area“ (**WUA**), dargestellt. Bei der Berechnung werden die benetzten Flächenanteile A_i mit bestimmten FST Nummern (Daten aus der statistischen Auswertung der FST-Messungen) mit ihrer Eignung SI_i (basierend auf Habitatanspruchsdaten) 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.

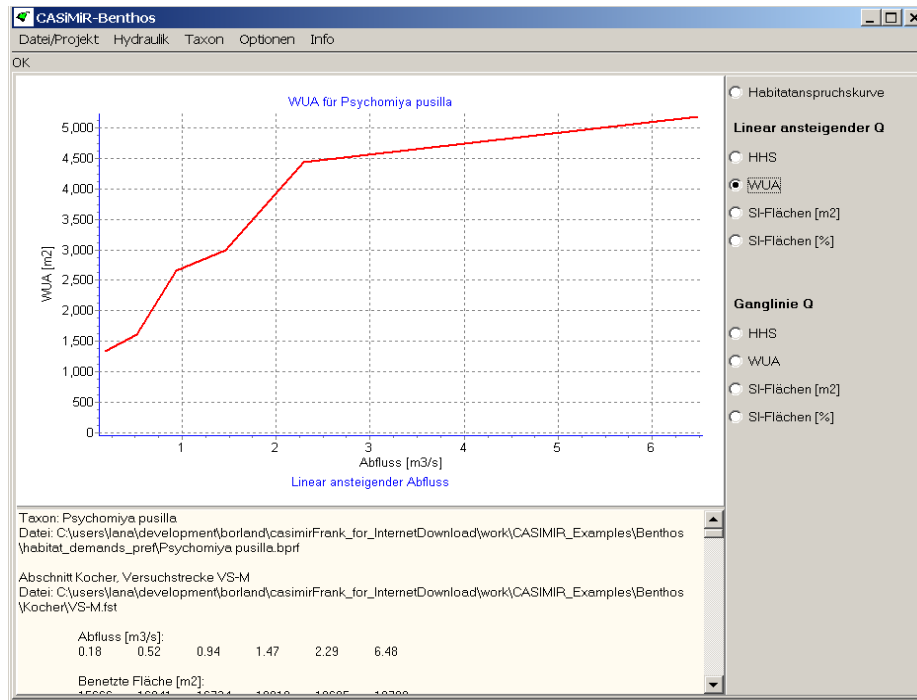
Eine andere Möglichkeit ist, dieses integrale Habitatangebot durch die benetzte Fläche A_{ges} zu dividieren, um den **HHS** (hydraulic habitat suitability index, JORDE 1996) zu erhalten. Dieser stellt demnach das Habitatangebot als prozentualen Wert dar und eliminiert so den Einfluss der mit dem Abfluss 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 die Gegenüberstellung mit Referenzsimulationen möglich, zum anderen kann die Entwicklung des Habitatangebots mit dem Abfluss nachvollzogen werden.

Habitatberechnungen werden vom Programm automatisch durchgeführt sobald eine FST-Datei und mindestens eine Habitatanspruchsdatei geöffnet wurden. Das Programm 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.

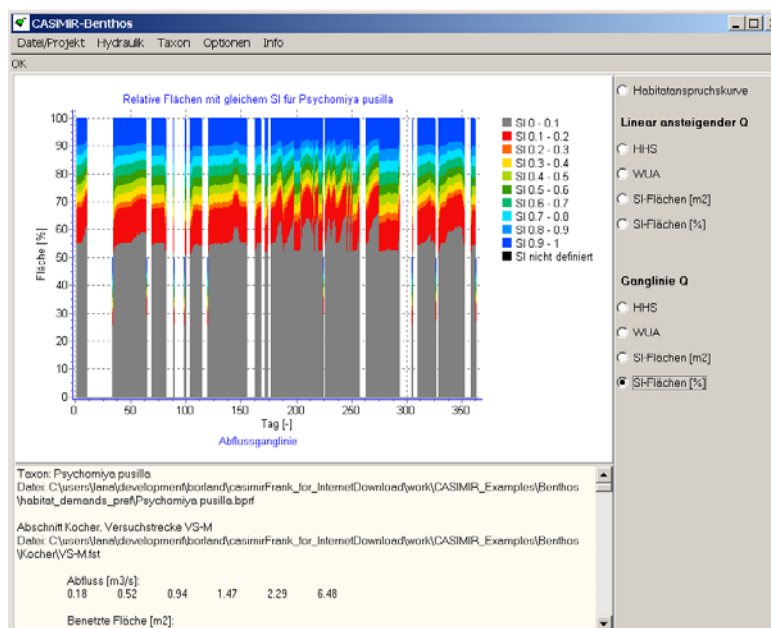
Außerdem wird eine Tabelle mit den Flächenanteilen von 10 Eignungsklassen zwischen 0 und 1 ausgegeben. Dies ist insofern sinnvoll, als der als WUA oder HHS zusammengefasste Wert keine Information über die Verteilung der gut oder schlecht geeigneten Flächenanteile liefert. So ist eine Fläche von 20 m² mit mittelmäßigen Eignungen von 0,3 in der Regel schlechter zu beurteilen als eine Fläche bestehend aus 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 ($0,3 \times 20 = 0,9 \times 5 + 0,1 \times 15 = 6$).



Um die Ergebnisse der Habitatberechnung für ein bestimmtes Taxon anzuzeigen:

☞ Wählen Sie im Hauptmenü im Menüpunkt **Taxon** und den Namen der Tierart (Menüpunkt **Psychomyia pusilla**). Wechseln Sie im rechten Panel zwischen:

- **HHS (WUA) unter der Überschrift Linear ansteigender Q**, um das integrale Habitatangebot in Abhängigkeit zu linear ansteigendem Abfluss darzustellen.
- **SI-Flächen [m²] bzw. SI-Flächen [%]** um die Flächenanteile von gleichem Eignungsindex in Abhängigkeit zu linear ansteigendem Abfluss darzustellen
- Die gleiche Darstellungen in Form von Ganglinien ist möglich, wenn die Abflussgangliniendatei zuvor eingelesen wurde (siehe 3.3.1)



3.3 Weitere Möglichkeiten

3.3.1 Einlesen von Ganglinien

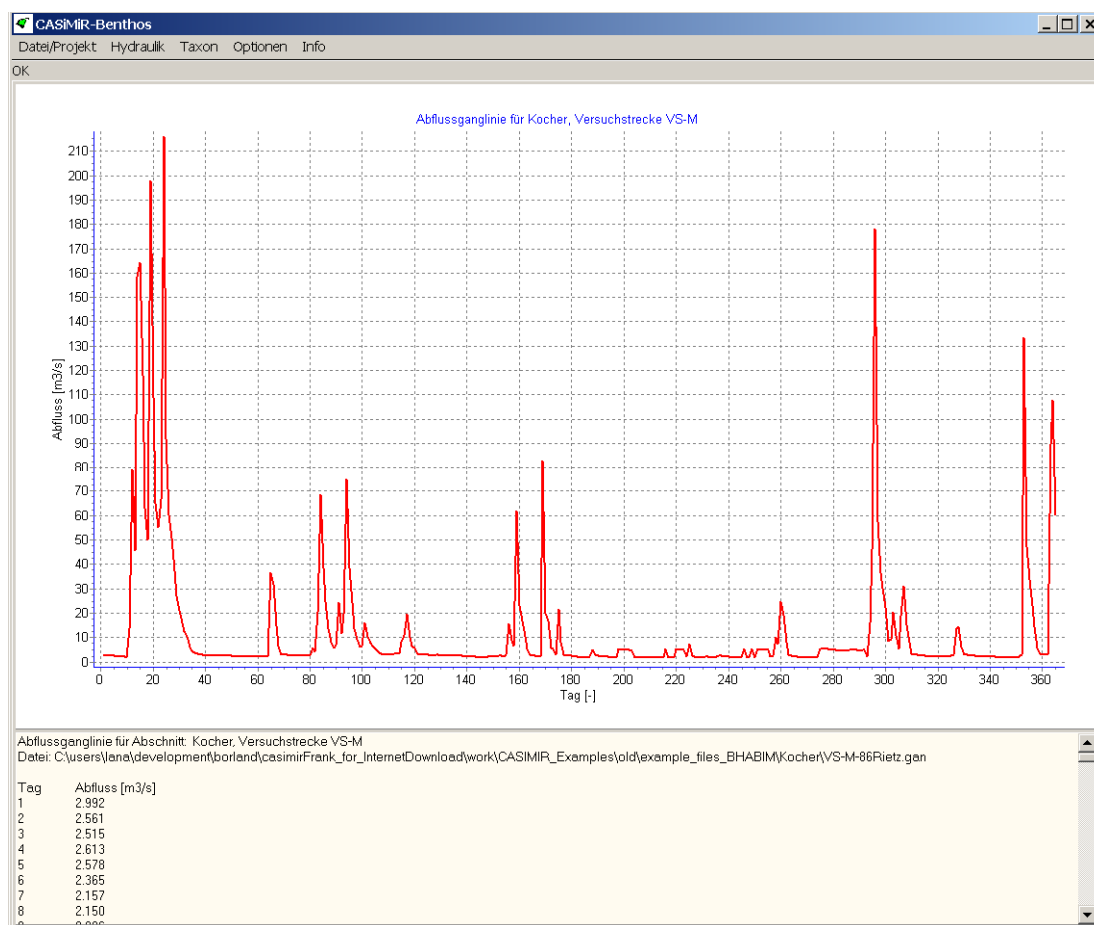
Im Programm können Abflussdaten eingelesen werden. Diese haben die Erweiterung *.gan. Diese Datei muss Abflusswerte für 365 Tage beinhalten (siehe Format in 4.3).

☞ Wählen Sie im Hauptmenü **Datei/Projekt** → **Datei öffnen** → **Gangliniendatei**

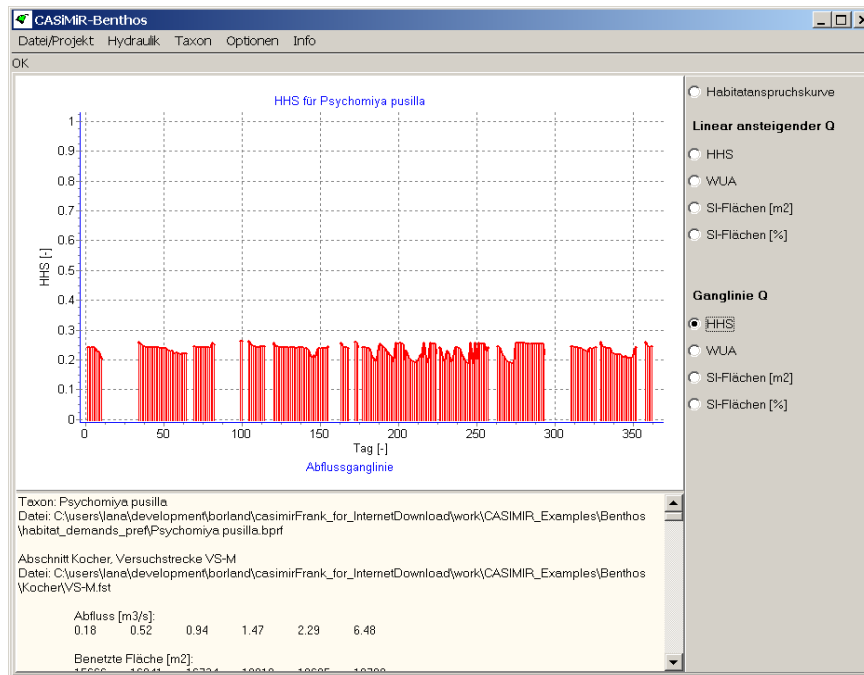
☞ Wählen Sie aus dem Verzeichnis **Kocher** die Datei **VS-M-86Rietz.gan**.

Nach Einlesen einer Gangliniendatei erscheinen die Abflussdaten automatisch als Diagramm. Um zu dieser Darstellung später zu gelangen:

☞ Wählen Sie im Hauptmenü **Hydraulik** → **Abflussganglinie**.



Wenn Habitatanspruchsdaten eingelesen sind, werden zusätzlich zu den Kernhabitatangebotsfunktionen (siehe 3.2.3) Ganglinien für das Habitatangebot berechnet und tabellarisch aufgelistet. Die HHS- und WUA-Ganglinien werden als Diagramme dargestellt. Für die Tage, an denen der Abfluss das Abflussspektrum über- oder unterschreitet, für welches gemessene FST-Verteilungen vorliegen, werden die Habitatcharakteristiken nicht berechnet und in den Diagrammen entstehen Lücken.



Zur Anzeige der Ganglinien wählen Sie im Hauptmenu **Taxon**→**Psychomyia pusilla**

- ☞ Auf dem rechten Panel unter der Überschrift **Ganglinie Q** wählen Sie **HHS** oder **WUA** aus.
- ☞ Um die Flächen mit gleichem Eignungsindex in Abhängigkeit des Jahresabflusses darzustellen, wählen Sie unter der Überschrift **Ganglinie Q** entweder **SI-Flächen [m²]** oder **SI-Flächen [%]** aus.

3.3.2 Einstellung der Sprache

Im Hauptmenü kann unter **Optionen** im Menüpunkt **Sprache** die aktuelle Anwendungssprache (**Englisch** oder **Deutsch**) eingestellt werden. Das Programm übersetzt und aktualisiert alle bestehenden Darstellungen.

3.3.3 Arbeit mit Projekten

Um den aktuellen Stand der Projektbearbeitung zu sichern und den Wiedereinstieg in weitere Modellierungsvorgänge zu erleichtern, besteht für den Benutzer die Möglichkeit, alle geöffneten Dateien als Projekt zu speichern (siehe 4.4 für das Format der Projektdatei). Außer den Pfaden und Namen der FST-, Habitatanspruchs- und Ganglinien-Dateien speichert das Projekt zusätzlich die Einstellungen zur statistischen Anpassungen für FST-Halbkugelverteilungen. In der Projektdatei werden die Pfade der Dateien relativ zu der Projektdatei gespeichert. Auch speichert das Projekt Kopien aller eingelesenen Dateien.

- ☞ Um ein Projekt zu speichern, wählen Sie im Hauptmenu den Menüpunkt **Datei/Projekt**→**Projekt speichern** unter aus und geben den Namen der Projektdatei in dem nun erscheinenden Dialog ein. Es ist empfehlenswert, ein neues Verzeichnis mit dem Namen des aktuellen Projekts anzulegen und darunter das Projekt zu speichern.
- ☞ Um ein bestehendes Projekt zu öffnen, wählen Sie im Hauptmenu den Menüpunkt **Datei/Projekt**→**Projekt öffnen** und wählen den zuvor gespeicherten Projektnamen.

4 Dateiformate

Bevor mit der Modellierung begonnen werden kann, sind die notwendigen Eingangsdaten in ein entsprechendes Dateiformat zu bringen. Alle Eingabe- und Ausgabedateien, die von CASiMiR-Benthos verwendet oder erstellt werden, sind lesbare ASCII-Dateien, die mit einem beliebigen Editor bearbeitet werden können. Die Zahlen in den Dateien **müssen** mit TAB getrennt sein.

4.1 FST-Datei

Beispieldatei: „VS-M.fst“

# Kocher, Versuchsstrecke VS-M							<Dateikopf>
# FST-Halbkugel-Messungen Kocher							<Dateikopf>
# Testdatei, Kocher							<...>
#							<...>
#							<...>
0.180	0.521	0.937	1.465	2.288	6.483		<Abflüsse>
#							
15666	16041	16734	18012	18625	19728		<benetzte Flächen>
#							
71	64	54	50	34	25		<FST-Daten>
9	14	11	14	13	1		<FST-Daten>
6	8	6	5	9	3		<...>
4	2	9	4	7	8		<...>
4	1	2	3	5	2		
2	4	7	8	8	9		
3	2	6	7	5	11		
1	1	1	3	9	13		
0	3	0	2	5	3		
0	0	4	3	5	7		
0	1	0	0	0	2		
0	0	0	1	0	8		
0	0	0	0	0	2		
0	0	0	0	0	3		
0	0	0	0	0	1		
0	0	0	0	0	2		

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 Gewässers (Gewässerabschnitts), es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Abflüsse und benetzte Flächen

Nach dem Dateikopf folgt eine Zeile mit den Abflüssen (in m³/s), für die FST-Messungen vorliegen. Danach folgt eine leere Zeile mit # zu Beginn. In der nächsten Zeile sind die benetzten Flächen (m²) bei jedem Abfluss aufgelistet. Die Abflüsse und Flächen **müssen** mit TAB getrennt sein.

FST-Data

Getrennt mit einer #-Zeile folgen die FST-Halbkugelmessungen. Jede Spalte entspricht einer Halbkugelmessung bei oben aufgelistetem Abfluss und entsprechender benetzter Fläche. Die Zahlen entsprechen der Häufigkeit der jeweiligen Halbkugelnummer in der Messreihe. In der Beispieldatei sieht man, dass die Halbkugelnummer 0 bei einem Abfluss von 0.18 m³/s 73 mal notiert wurde (Halbkugel 0 ist eine fiktive Halbkugel, was bedeutet, dass sich 73 mal bei diesem Abfluss die Halbkugel 1 nicht bewegte). Halbkugel 1 wurde dementsprechend 9 mal registriert. In der Summe müssen die FST-Werte 100 ergeben, was den 100 vorgegebenen Messungen bei einem Abfluss entspricht (siehe Kapitel 1.2.1). Die Zahlen **müssen** mit TAB getrennt sein.

4.2 Habitatanspruchsdaten

Beispieldatei: „Psychomiya pusilla.bprf“

```
Name=Psychomiya pusilla    <Dateikopf>
0=0.0                      <Präferenzkurvenpunkte>
1=0.0                      <Präferenzkurvenpunkte>
2=0.02                     <...>
3=0.16
4=0.6
5=1.0
6=0.9
7=0.6
8=0.16
9=0.02
10=0.0
11=0.0
...
```

In der ersten Zeile der Habitatanspruchsdatei steht der Name des Taxons (Tierart), danach folgen die Punkte der Präferenzkurve. Die erste Zahl in der Zeile ist die FST-Nummer, die zweite ist die Eignung auf einer Skala von 0 bis 1. Es müssen nicht alle FST-Halbkugelnummern aufgelistet sein, allerdings werden die Gewässerflächen mit FST-Halbkugelnummern größer als der letzten in der Präferenzkurve nicht in die Habitatberechnung mit einbezogen.

4.3 Gangliniendatei

Beispieldatei: „VS-M-86Rietz.gan“

```
[ABFLUSSWERTE_G]          <Dateikopf - Kode>
#Kocher, Versuchsstrecke VS-M <Dateikopf>
#Ohrnberg
#1986                      <...>
#mittlerer Abfluss: 12.395 cbm/s
#Restwasserberechnung:      dynamisch n. Rietz
1      2.992                <Ganglinienpunkte>
2      2.561
3      2.515
...
```

Dateikopf

In der ersten Zeile der Gangliniendatei muss der Code „[ABFLUSSWERTE_G]“ stehen. Sämtliche weitere Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine für die Berechnung relevanten Informationen beinhalten. Zeile 2 enthält den Namen des Gewässers (Gewässerabschnitts), der in den Diagrammen und Textfenstern angezeigt wird. Es können beliebig viele weitere Zeilen (jeweils mit # zu Beginn) folgen.

Ganglinie

Nach dem Dateikopf folgen Gangliniendaten in zwei Spalten, in denen Tage (Spalte 1) und zugeordnete Abflüsse in m³/s (Spalte 2) angegeben sind. Die Zahlen **müssen** mit TAB getrennt sein.

4.4 Projektdatei

Beispieldatei: „Kocher_Projekt.bcpr“

#CASiMiR-Benthos-Projektdatei	<Dateikopf>
#Erstellt am 21.09.2008	<Dateikopf>
# 23:09:33	<Dateikopf>
#	<Dateikopf>
[FSTDATEI]	
VS-M.fst	<Name der FST-Datei>
0 0 1 0.03 1.17	<Art und Parameter der Anpassung für Abfluss 1>
1 0 1 0.03 1.45	<Art und Parameter der Anpassung für Abfluss 2>
2 0 1 0.05 1.34	<...>
...	
#	
[GANGLINIENDATEI]	
VS-M-86Rietz.gan	<Name der Ganglinien-Datei>
#	
[ZIELARTDATEIEN]	
Helobdella stagnalis.bprf	<Name der Habitatanspruchsdatei 1>
Helobdella stagnalis.bprf	<Name der Habitatanspruchsdatei 2>
Rhyacophila cf dorsalis.bprf	<...>

Im Dateikopf der Projektdatei befinden sich einige Informationen zum Projekt, wie das Erstellungsdatum und weitere, beliebige Angaben. Sämtliche Zeilen des Dateikopfs müssen mit # beginnen, um zu kennzeichnen, dass sie nur Kommentare enthalten und keine für das Projekt relevanten Informationen beinhalten. Die Projektdatei gliedert sich in drei Abschnitte, in denen abgelegt ist, welche Dateien zur Zeit der Projekterstellung geladen waren.

Im Abschnitt [FSTDATEI] ist zuerst der Dateiname der FST-Datei angegeben. Die Art und Parameter der Anpassungen ist in den nachfolgenden Zeilen definiert. Die erste Spalte enthält eine fortlaufende Nummer beginnend bei 0. Die zweite Spalte definiert den Anpassungstyp. 0 entspricht hier der Log-Normalen, 1 der Weibull- und 2 der Gamma-Verteilung. Spalte 3 definiert, ob die Parameter vom Benutzer direkt angegeben (0), oder ob sie automatisch berechnet (1) wurden. Spalten 4 und 5 geben die Werte der Skalierungs- respektive Formparameter an.

Im Abschnitt [GANGLINIENDATEI] ist der Dateiname der Gangliniendatei angegeben.

Unter [ZIELARTDATEIEN] sind die Pfade zu allen Zielartdateien gespeichert, die zum Zeitpunkt der Projekterstellung geladen waren.

5 Statistische Funktionen in CASiMiR-Benthos

5.1 Log-Normale Verteilung

Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung

$$f(x) = \frac{e^{-((\ln((x-\theta)/m))^2/(2\sigma^2))}}{(x-\theta)\sigma\sqrt{2\pi}} \quad x \geq \theta; m, \sigma > 0$$

mit σ als Formparameter, θ als Ortsparemeter und m als Skalenparameter

Parameterabschätzung

Die Maximum-Likelihood-Schätzungen für den Skalierungsparameter m und den Formparameter σ sind

$$\hat{m} = \exp \hat{\mu}$$

und

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\ln(X_i) - \hat{\mu})^2}{N}}$$

mit

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^N \ln X_i}{N}$$

5.2 Weibull-Verteilung

Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung

$$f(x) = \frac{\sigma}{m} \left(\frac{x-\theta}{m}\right)^{(\sigma-1)} \exp(-((x-\theta)/m)^\sigma) \quad x \geq \theta; \sigma, m > 0$$

mit σ als Formparameter, θ als Ortsparemeter und m als Skalenparameter.

Parameterabschätzung

Methode der kleinsten Quadrate

5.3 Gamma-Verteilung

Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung

$$f(x) = \frac{\left(\frac{x-\theta}{m}\right)^{\sigma-1} \exp\left(-\frac{x-\theta}{m}\right)}{m\Gamma(\sigma)} \quad x \geq \theta; \sigma, m > 0$$

mit σ als Formparameter, θ als Ortsparameter und m als Skalenparameter und Γ als Gammafunktion.

Parameterabschätzung

Die Parameterabschätzungsformeln über die Momentenmethode der Gamma-Verteilung sind

$$\hat{\sigma} = \left(\frac{\bar{x}^2}{s}\right)$$

$$\hat{m} = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

mit \bar{x} als dem Mittelwert und s als der Standardabweichung.

6 Literaturhinweise

BOVEE, K.D., LAMB, B.L., BARTHLOW, 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.

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

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

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

STATZNER, B., MÜLLER, R. (1989): Standard hemispheres as indicators of flow characteristics in lotic benthos research. - Freshwater Biology, 21: 445-459.