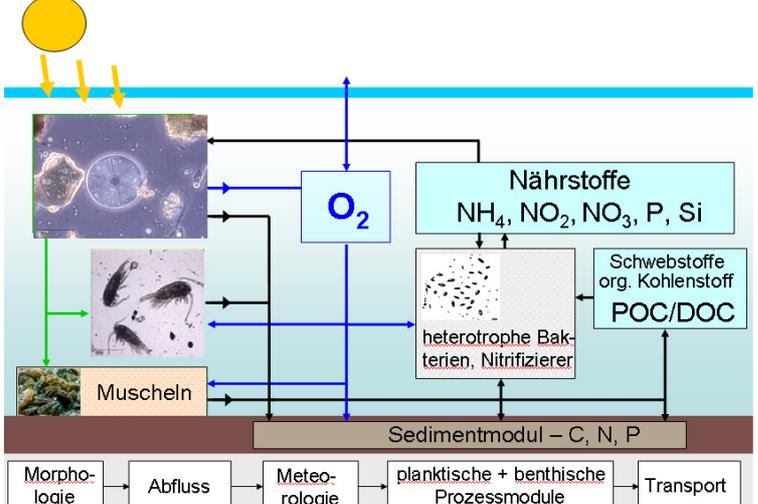


Modell: QSim

Autor Faktenblatt: Helmut Fischer (auf Grundlage früherer Veröffentlichungen)

Datum: 12.10.2012

1. Allgemeine Information	
Modell Name	QSim
Version	13.10
Autor(en) und erste Publikation	KIRCHESCH, V. UND A. SCHÖL (1999): Das Gewässergütemodell QSIM – Ein Instrument zur Simulation und Prognose des Stoffhaushaltes und der Planktondynamik von Fließgewässern
Kontakt (Name, E-mail)	Volker Kirchesch (volker.kirchesch@bafg.de)
Institut	Bundesanstalt für Gewässerkunde
Webseite	http://www.bafg.de/U2/DE/01__Referat__U2/01__mikrobiologie/QSIM/qsim__node.html
genereller Anwendungsbereich	Simulation und Prognose des Stoffhaushalts und der Planktondynamik von Fließgewässern; Abschätzen der Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Wasserbeschaffenheit
Geltungsbereich/Anwendungsgebiete (räumlich)	 <p>In KLIWAS:</p> <p>Elbe (Schmilka - Geesthacht), Rhein (Karlsruhe - Bimmen), Berliner Gewässer (Fürstenwalde / Spree, Borgsdorf / Havel, Neue Mühle / Dahme bis Brandenburg / Havel).</p> <p>Einleiter / Nebenflüsse: diverse (Modellbeschreibungen siehe KLIWAS Zwischenberichte)</p>
Ansprechpartner KLIWAS (Behörde, Name, E-Mail)	Bundesanstalt für Gewässerkunde, Helmut Fischer (helmut.fischer@bafg.de), Annette Becker (becker@bafg.de), Paulin Hardenbicker (hardenbicker@bafg.de)
Modellanpassung in KLIWAS	Volker Kirchesch, Annette Becker
Modellkopplung in KLIWAS	Input Daten: Projekte 4.01 (Abfluss), und 1.01/2 (Klima) Klima: ECHAM5–MPI-OM, Remo sowie 4 weitere Modellketten zur Beschreibung der Bandbreite in den jeweiligen Flussgebieten und Zeiträumen Abfluss: HBV, LARSIM Output Daten: Wassertemperatur, Sauerstoff, Algenbiomasse usw., s.u.
2. Modellbeschreibung	
Modelltyp	deterministisch, prozessbasiert, numerisch
Zeitliche Diskretisierung	Runge-Kutta, explizit, 4. Ordnung

Zeitliche Auflösung	biologische Prozesse 1h Transport- und Dispersionsprozesse dynamisch (Unterzeitschritte)
Räumliche Diskretisierung	Finite Differenzen Verfahren (2.Ordnung), Finite Volumen Verfahren (3. Ordnung), Semi-Lagrange Verfahren (3.Ordnung)
Räumliche Auflösung	Variabel je nach vorliegenden Daten (Rhein 500m, Elbe 500m, Berlin 50-500m)
Dimension	1D / streckenweise in Berlin quasi 2D
kurze Beschreibung der Modellstruktur und der Komponenten	<p>QSim beschreibt chemische und biologische Vorgänge in Fließgewässern in mathematischer Weise und verknüpft dabei hydraulische und ökologische Modellbausteine. Das Modell berechnet die wichtigsten biologischen Prozesse des Sauerstoff- und Nährstoffhaushaltes, die Algen- und Zooplanktonentwicklung sowie Vorgänge am Gewässerbett. Dazu gehören Filtration durch Muscheln, Sedimentation und Abbau von organischem Kohlenstoff sowie Nährstofffestlegung und Freisetzung am Sediment. Es eignet sich sowohl zur Berechnung einfacher Flussstränge als auch komplex gemanagter, vernetzter Gewässersysteme mit Fließumkehr und kann auch den Einfluss von Buhnen auf den Stoffhaushalt abbilden. Wichtiges Ergebnis ist die Simulation von Jahresgängen des Sauerstoffgehalts und anderer Wasserbeschaffenheitsparameter (Nährstoffe, Wassertemperatur, pH) sowie biologischer Größen (v.a. Algenbiomasse) entlang eines Flusslaufs. Die Prozesse sind im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abflussdynamik - Sedimentation - Wärmehaushalt - Unterwasserlichtklima - Kalkkohlenäure-Gleichgewicht - Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt - Bakterienwachstum - Nitrifikation - Algenwachstum - Wachstum von Makrophyten und benthischen Algen - Zooplanktonwachstum - Wachstum benthischer Filtrierer (Dreissena, Corophium) - Tracerausbreitung
Schema der Modellstruktur	 <p>Das Diagramm zeigt die Modellstruktur eines Fließgewässers. Oben links ist die Sonne dargestellt, die Licht in den Wasserlauf einbringt. Ein blauer Balken symbolisiert die Wasseroberfläche. Darunter sind verschiedene biologische und chemische Prozesse dargestellt: Algen (links), Muscheln (unten links), heterotrophe Bakterien und Nitrifizierer (rechts), sowie ein Sedimentmodul (unten). Nährstoffe (NH₄, NO₂, NO₃, P, Si) fließen von oben in den Wasserlauf. Sauerstoff (O₂) wird ebenfalls von oben in den Wasserlauf eingebracht. Schwebstoffe (org. Kohlenstoff, POC/DOC) fließen von oben in den Wasserlauf. Die Prozesse sind durch Pfeile miteinander verbunden, was die Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten zeigt. Unten sind Prozessmodule für Morphologie, Abfluss, Meteorologie, planktische + benthische Prozessmodule und Transport dargestellt.</p>
Verfahren der Parameterbestimmung Kalibrierung	Literaturwerte, bei Bedarf Anpassung von Parametern innerhalb Literaturspannen mit dem Kalibriertool KALIMOD

3. Modell Input / Modell Output	
Übersicht und Charakteristik der Input-Variablen	<p><u>Pro Modellgebiet</u>: Flussgeometrie (xyk-Format)</p> <p><u>Wetter</u>: insges. 15 Wetterstationen (gemessene Tageswerte): Globalstrahlung [J/(cm²*d)], min. und max. Lufttemperatur [°C], Bedeckungsgrad [Achtel], Luftfeuchtigkeit [%], Windgeschwindigkeit [m/s], Berlin zus.: Niederschlag und Verdunstung über Wasser [mm/d]</p> <p><u>Hydraulik</u> (berechnete Tageswerte aus dem hydraulischen Modell HYDRAX bzw. Eingabezeitreihen an Modellrändern): Abfluss [m³/s], Wasserstand [m ü NN], Fließgeschwindigkeit [m/s], hydraulischer Radius [m]</p> <p><u>Biologie</u> und Physiko-Chemie (i. A. 14-tägige Messwerte, z.T. Gütestations-Tageswerte): Wassertemperatur [°C], Sauerstoff [mg/l], Chem. Sauerstoffbedarf [mg/l], Nitrat [mg N/l], Nitrit [mg N/l], Ammonium [mg N/l], Gesamt-Stickstoff [mg N/l], ortho-Phosphat [mg P/l], Gesamt-Phosphor [mg P/l] Silikat [mg Si/l], pH-Wert [-], m-Wert [mmol/l], Calcium [mg/l], Leitfähigkeit [µS/cm], Schwebstoff [mg/l], C-BSB₅ [mg/l], Chlorophyll a [µg/l], Anteil von Kiesel- und Blaualgen [%]; Zooplankton [Rotatorien-Äquivalente Ind/l], Nitrosomonas [mg/l], Nitrobacter [mg/l], Wärmefracht von Einleitern [MJ/s]</p>
Übersicht und Charakteristik der Output-Variablen	<p>Kleinste Zeiteinheit ist der Berechnungszeitschritt (i.d.R. 1h); kleinste räumliche Auflösung der Querprofilabstand (s.o.)</p> <p>Diverse Variablen wie z.B. Wassertemperatur [°C], Chlorophyll-a [µg/l], C-BSB₅ [mg/l], Sauerstoff [mg/l], Zooplankton [Ind/l], Nährstoffe [mg/l], aber auch berechnete Raten (insges. >200 mögliche Ausgabeparameter)</p>
4. Beispiel(e) für Modellanwendungen	
Einzugsgebiete, Anwendungsbereiche etc.	Elbe, Rhein, Havel, Spree, Saar, Donau Variantenrechnungen für Ausbauplanungen, Forschungsprojekte (z.B. KLIWAS, NITROLIMIT, GLOWA Elbe)
Existierende Vergleichsstudien mit anderen Modellen	Temperaturmodellierung (SOBEK in Kooperation mit Deltares, geplant MIKE und LARSIM)
Anwendung im KLIWAS-Kontext	Modellierung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Gewässergüte der Mittellelbe, des Rheins und der Berliner Gewässer; Entwicklung von Anpassungsoptionen
5. Liste 5 ausgewählter Referenzen	
<p>SCHÖL, A., KIRCHESCH, V., BERGFELD, T., SCHÖLL, F., BORCHERDING, J. & D. MÜLLER (2002) Modelling the chlorophyll a content of the River Rhine – interaction between riverine algal production and population biomass of grazers, rotifers and zebra mussel, <i>Dreissena polymorpha</i>. International Review of Hydrobiology 87: 295-317</p> <p>SCHÖL, A., R. EIDNER, M. BÖHME & V. KIRCHESCH (2006). Integrierte Modellierung der Wasserbeschaffenheit mit QSim. S. 233-242. In: M. Pusch und H. Fischer (Hrsg.) Stoffdynamik und Habitatstruktur in der Elbe. Bd.5. Weißensee Verlag, Berlin.</p> <p>SCHÖL, A., R. EIDNER, M. BÖHME & V. KIRCHESCH (2006). Einfluss der Bühnenfelder auf die Wasserbeschaffenheit der Mittleren Elbe. S. 243-263. In: M. Pusch und H. Fischer (Hrsg.) Stoffdynamik und Habitatstruktur in der Elbe. Bd.5. Weißensee Verlag, Berlin.</p> <p>BECKER, A., KIRCHESCH, V., BAUMERT, H.Z., FISCHER, H. & SCHÖL, A. (2010): Modelling the effects of thermal stratification on the oxygen budget of an impounded river. River Research and Applications 26: 572-588.</p> <p>QUIEL, K., A. BECKER, V. KIRCHESCH, A. SCHÖL & H. FISCHER (2011). Influence of global change on phytoplankton and nutrient cycling in the Elbe River. Regional Environm. Change 11: 405-421.</p>	