



© frey hydrodynamics 2007

5. Ausgabe 03.2007

5th Edition 03.2007



Profil

frey hydrodynamics erarbeitet adäquate Lösungen zu allen Fragen der Gewässerphysik auf der Basis von numerischen Simulationsrechnungen, wissenschaftlicher Datenauswertung und - natürlich - wissenschaftlichem Sachverstand.

Speziell mit numerischen Simulationsrechnungen lassen sich gewässerspezifische Problemstellungen sehr genau erfassen. Das von *frey hydrodynamics* entwickelte hydrothermodynamische Simulationsmodell MACH3 ist das unverzichtbare Werkzeug zur Untersuchung und kosteneffizienten Lösungsoptimierung von Fragen und Problemen in Umweltschutz, Ökologie, Küstenschutz und Wasserbau.

Das Unternehmen *frey hydrodynamics* wurde im Jahr 1997 von Diplom-Ozeanograph Dr. Helmut Frey gegründet. Vor der Unternehmensgründung war Dr. Helmut Frey in mehreren Forschungsprojekten am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Hamburg [1,2], am Institut für Meereskunde der Universität Hamburg [3] und am Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg [4] über insgesamt zwölf Jahre sehr erfolgreich auf hohem wissenschaftlichen Niveau tätig.

Die Unternehmensphilosophie von *frey hydrodynamics* besteht darin, dieses hohe wissenschaftliche Niveau zum Standard zu erheben: Qualität ist für uns gleichbedeutend mit Effizienz. Insbesondere Maßnahmen in den Bereichen Umwelt-, Gewässer-, und Küstenschutz erfordern qualitativ hochwertige Entscheidungshilfen.

Auf diesem hohen wissenschaftlichen Niveau bietet *frey hydrodynamics* die folgenden

 Dienstleistungen

Literaturauswahl

- [1] FREY, H., 1990: Stratification during periods of oxygen deficiency in the German Bight during the summers from 1981 to 1983: a comparison with the long-term variation in stratification. *Meeresforschung*, 32, 306-328.
- [2] FREY, H., 1991: A three-dimensional baroclinic shelf sea circulation model - 1. The turbulence closure scheme and the one-dimensional test model. *Continental Shelf Research*, 11(4), 365-395.
- [3] FREY, H., 1994: Ein diabatisches, wirbelauflösendes Schelfmeerzirkulationsmodell mit Anwendung auf die Deutsche Bucht. *Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung, Reihe B: Ozeanographie*, Nr. 6, S. 1-195. Dissertation am Fachbereich für Geowissenschaften der Universität Hamburg.
- [4] FREY, H., LATIF, M. and STOCKDALE, T., 1997: The coupled GCM ECHO-2, Part I: The tropical Pacific. *Monthly Weather Review*, 125(5), 703-720.

Profile

frey hydrodynamics works out adequate solutions to all questions regarding waters physics on the basis of numerical simulations, scientific data evaluation, and - of course - scientific knowhow.

In particular, problems regarding waters can be assessed very exactly by numerical simulations. The hydrothermodynamic simulation model MACH3 developed by *frey hydrodynamics* is the indispensable tool for investigations and cost-efficient solution optimizations of questions and problems regarding environmental protection, ecology, coastal protection, and hydraulic engineering.

The enterprise *frey hydrodynamics* was founded in 1997 by Oceanographer Dr. Helmut Frey. Before establishing the enterprise, Dr. Helmut Frey worked for over twelve years very successfully on high scientific level within the scope of several research projects at the Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Hamburg [1,2], at the Institut für Meereskunde of the University of Hamburg [3] and at the Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg [4].

The philosophy of the enterprise *frey hydrodynamics* is, to make this high scientific level into its standard: in our opinion, quality is equivalent to efficiency. In particular, measures in fields of environmental protection, waters protection, and coastal protection require high-qualified decision assistances.

On this high scientific level, *frey hydrodynamics* provides the following

 Services

Literature selection



Dienstleistungen

frey hydrodynamics bietet ein breites Spektrum an Dienstleistungen für Projektierungen in Gewässern.

Modellierung

frey hydrodynamics ist spezialisiert auf die Entwicklung und Anwendung numerischer, hydrothermodynamischer Simulationsmodelle. Das von *frey hydrodynamics* entwickelte Modell MACH3 zählt international zu den leistungsfähigsten Modellen und ist das unverzichtbare Werkzeug für Untersuchungen in Themenbereichen der Gewässerphysik und -ökologie. Insbesondere für die Abschätzung von Maßnahmen in Umweltschutz, Küstenschutz und Wasserbau liefert MACH3 effiziente Entscheidungshilfen.

Gutachten und Beratung





frey hydrodynamics besitzt fundierten wissenschaftlichen Sachverstand für die Begutachtung und Beratung bezüglich gewässerbezogener Aufgaben, wie z.B. die Projektierung anhaltender Maßnahmen, Planung und Durchführung von Prozeßstudien und Szenario-Rechnungen, Planung und Optimierung von Meßstrategien, und Management und Koordination wissenschaftlicher Projekte.

Datenbearbeitung

frey hydrodynamics blickt auf eine langjährige Praxis in Management, Aufbereitung, Analyse, Auswertung und Präsentation wissenschaftlicher Daten zurück. Der Datenbearbeitungsservice umfaßt sowohl die speziellen analytischen Methoden der Ozeanographie als auch die allgemein mathematischen Verfahren.

Software

Für *frey hydrodynamics* ist die Entwicklung und Umsetzung von Software für wissenschaftliche Aufgaben Alltag. Delegieren Sie die mühevollen Programmierung und Code-Optimierung von wissenschaftlicher Software und überlassen Sie uns den Ärger: wir sind das gewohnt.

-  Modellierung
-  Gutachten und Beratung
-  Datenbearbeitung
-  Software

Services

frey hydrodynamics provides a wide range of services for purposes regarding waters.

Modelling

frey hydrodynamics is specialized in the development and application of numerical, hydrothermodynamic simulation models. The model MACH3 developed by *frey hydrodynamics* is one of the most powerful models internationally. MACH3 is the indispensable tool for investigations in subjects of waters physics and ecology. Particularly for the assessment of measures regarding environmental protection, coastal protection, and hydraulic engineering, MACH3 yields efficient decision assistances.

Expert Advice and Consulting




frey hydrodynamics has profound scientific know-how for consulting and expert advices in tasks related to waters, such as assessment of sustainable measures, planning and carrying-out of process studies and scenario-computations, planning and optimizing of measuring strategies, and management and co-ordination of scientific projects.

Data Processing

frey hydrodynamics has been practising the management, preparation, analysis, evaluation, and presentation of scientific data since many years. The data processing service covers special analytical methods of oceanography as well as general mathematical procedures.

Software

Developing and realizing software for scientific purposes is every-day work for *frey hydrodynamics*. So, delegate the troublesome programming and code-optimization of scientific software, and let us have the annoyance: we are used to it.

-  Modelling
-  Expert Advice and Consulting
-  Data Processing
-  Software



Modellierung

frey hydrodynamics bietet die Entwicklung und Anwendung hydrothermodynamischer Simulationsmodelle auf höchstem wissenschaftlichen Niveau.

Das von *frey hydrodynamics* entwickelte hydrothermodynamische Modell MACH3 liefert aufgrund seiner umfassenden Leistungsfähigkeit effiziente Entscheidungshilfen. MACH3 ist auf alle Binnengewässer (Teiche, Seen, Flüsse, Flußmündungen) und auf alle ozeanischen Gewässer (Binnenmeere, Schelfmeere, Ozeane) anwendbar.

Die Anwendungsmöglichkeiten beinhalten umfassende Untersuchungen zu Gewässerdynamik und Stoffausbreitung ebenso wie die Abschätzung und Optimierung anhaltender Maßnahmen.

Nicht nur für die physikalisch adäquate Erfassung der grundlegenden Hydrodynamik, sondern vor allem auch für Untersuchungen zu

- ⇒ Umweltschutz
- ⇒ Ökologie
- ⇒ Küstenschutz
- ⇒ Wasserbau

ist MACH3 das unverzichtbare Werkzeug. Diese Anwendungen stellen hohe Anforderungen an ein numerisches Modell. Warum MACH3 diese Anforderungen erfüllt, erfahren Sie im einzelnen in der - wissenschaftlichen - Beschreibung des Modells

- ⇒ MACH3

Modelling

frey hydrodynamics provides the development and application of hydrothermodynamic simulation models on the highest scientific level.

Because of its comprehensive capacity, the model MACH3 developed by *frey hydrodynamics* yields efficient decision assistances. MACH3 can be applied on all inland waters (ponds, lakes, rivers, estuaries) and on all oceanic waters (inland seas, shelf seas, oceans).

The possible applications imply comprehensive investigations of waters dynamics and transport of matters as well as assessment and optimization of sustainable measures.

MACH3 is the indispensable tool not only for the physically adequate recording of the basic hydrodynamics, but also for investigations in subjects of

- ⇒ Environmental Protection
- ⇒ Ecology
- ⇒ Coastal Protection
- ⇒ Hydraulic Engineering

These applications are exacting very high qualities from a numerical model. Why MACH3 fulfils these requirements, this you can look up in detail in the - scientific - description of the model

- ⇒ MACH3



Umweltschutz

Die Simulationsrechnungen mit dem Modell MACH3 liefern Kenntnisse über Schadstoffausbreitung und Austauschraten, wie sie mit punktuellen Messungen niemals erlangt werden können. Der Verbleib und Transport von Stoffen aus Einträgen über Flüsse und Atmosphäre, aus Einleitungsquellen und aus Schiffsunglücken und Dumping kann flächendeckend und dreidimensional verfolgt werden.

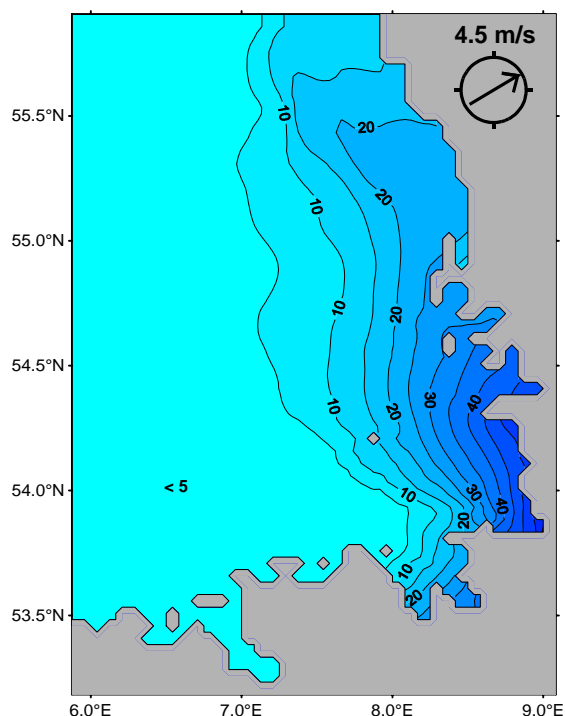
Szenario-Berechnungen geben genaue Aufschlüsse über die Stoffverteilungen in Abhängigkeit der aktuellen und mittleren meteorologischen und gewässerspezifischen Bedingungen. Problemzonen können somit lokalisiert und anhaltende Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität in den belasteten Regionen können abgeschätzt und optimiert werden.

Environmental Protection

The simulations with the model MACH3 yield knowledge about spreading of pollutants and about exchange rates as it never could be achieved by scattered measurements. The persistence and transport of matters discharged by rivers, atmosphere, scattered sources, ship accidents, and by dumping can be determined area-covering and three-dimensional.

Scenario-computations yield exact informations about the distribution of substances dependent on the actual and mean meteorological and waters-specific conditions. Thus, polluted areas can be detected and sustainable measures for improving the water quality of these polluted areas can be assessed and can be optimized.

Die mit MACH3 berechnete Oberflächenverteilung eines fiktiven Stoffes, eingetragen von Elbe und Weser, in der Deutschen Bucht bei SW-Wind Ende August 1982.



The surface distribution of an arbitrary tracer, discharged by rivers Elbe and Weser, in the German Bight at the end of August 1982 under winds from SW as calculated by MACH3.

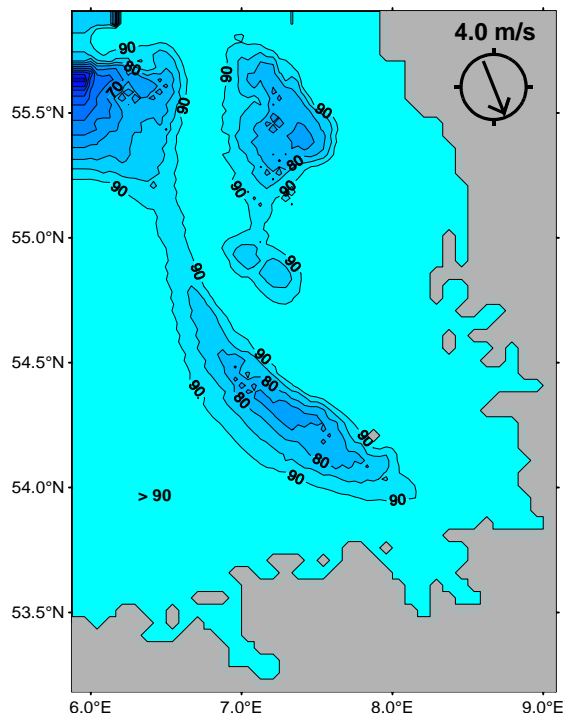
Ökologie

Das Modell MACH3 berechnet prognostisch die dreidimensionale Verteilung von Temperatur und Salzgehalt, und damit die zeitliche Entwicklung von thermischen und halinen Sprungschichten. Ebenso kann MACH3 die Ausbreitung von Nährstoffen und die zeitlich-räumliche Entwicklung der Sauerstoffsättigung im Wasser in Abhängigkeit einer sauerstoffzehrenden biochemischen Aktivität berechnen. Speziell für ökologische Untersuchungen ist die exakte Erfassung dieser Parameter von großer Bedeutung. Ökologische Problemzonen wie potentielle Sauerstoffmangelgebiete und überdüngte Regionen können lokalisiert werden und die Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Bedingungen können abgeschätzt und optimiert werden.

Mit MACH3 können Ausbreitung und Transport von Plankton und Fischlarven berechnet werden, wobei über die aktuellen Werte von Temperatur und Salzgehalt Wachstums- und Mortalitätsraten in die Berechnungen eingehen können. Somit kann nicht nur der Transportweg einer Population verfolgt werden, sondern auch deren Zu- oder Abnahme durch die Veränderung der Wassercharakteristiken während des Transports.

Auch die ökologischen Auswirkungen einer geplanten Fluß-Renaturierung hinsichtlich der Ansiedlung neuer Biotopie in Abhängigkeit von Strömungsgeschwindigkeiten, Wasser-austausch, Nährstofftransport und Belüftung können mit MACH3 sehr gut abgeschätzt werden.

Die mit MACH3 berechnete Sauerstoffsättigung im Bodenwasser der Deutschen Bucht bei NNW-Wind Anfang September 1981 nach zwei Monaten Simulationszeit. Die Simulation wurde mit einer vorgegebenen Verteilung gestartet und verwendet eine Sauerstoffzehrungsfunktion in der Bodenwasserschicht.



Also, ecological effects of any planned river restoration with respect to establishing new biotopes dependent on current velocities, water exchange, nutrient transport, and ventilating can be assessed very well with MACH3.

The oxygen saturation in the bottom water of the German Bight at the beginning of September 1981 under winds from NNW as calculated by MACH3 after two months of simulation time. The simulation was started with a prescribed distribution and implies an oxygen depletion function in the bottom water layer.

Ecology

The model MACH3 calculates prognostically the three-dimensional distribution of temperature and salinity, and thus the temporal evolution of thermal and haline pycnoclines. Also, MACH3 is able to calculate the spreading of nutrients and the temporal and spatial evolution of the oxygen saturation in the water dependent on any oxygen depleting biochemical activity. Particularly for ecological investigations, the exact determination of these parameters is of great importance. Ecological problem zones like areas of potential oxygen deficiencies and over-fertilized areas can be detected, and the measures for improving the ecological conditions can be assessed and can be optimized.

With the help of MACH3, the spreading and transport of plankton and fish larvae can be calculated including growth and mortality rate depending on the actual values of temperature and salinity. Thus, not only the route of a population can be determined but also its increase or decrease caused by changing water characteristics during the transport.



Küstenschutz

Das Modell MACH3 berechnet prognostisch und sehr genau den Wasserstand. In Verbindung mit dem aktuellen Windantrieb und in Abhängigkeit der jeweiligen Küstenformation lassen sich kurzfristig eventuelle Sturmfluten vorhersagen.

Von besonderer Bedeutung sind die Abschätzungen der Sicherheit von Sturmflutmaßnahmen wie die Festlegung der Bemessungen von Deichen und Sperrwerken. Durch Szenario-Berechnungen mit MACH3 kann getestet werden, ob bestehende oder geplante Sicherungs-Maßnahmen für die zu erwartenden Sturmfluten ausreichen. MACH3 liefert somit die entscheidenden Grundlagen für Maßnahmen im Küstenschutz.

Ebenso können die Auswirkungen einer geplanten Vertiefung von Tidegewässern berechnet werden. Die Berechnungen mit MACH3 zeigen, ob mit einer Zunahme des maximalen Gezeitenhubes zu rechnen ist und welche Baumaßnahmen dadurch eventuell erforderlich sind. Diese Berechnungen liefern die Basis für effiziente Kosten-Nutzen-Rechnungen hinsichtlich der zu erwartenden Folgekosten.

Mit MACH3 kann die Ausbreitung gefährlicher Stoffe, die bei Schiffsunglücken freigesetzt werden, verfolgt werden. In Abhängigkeit der aktuellen meteorologischen Bedingungen können die dadurch gefährdeten Küstenabschnitte bestimmt und entsprechende Maßnahmen getroffen werden.

Der mit MACH3 berechnete Wasserstand (m) in der Deutschen Bucht bei NW-Wind am 24. August 1981 um 19 Uhr 52.

Coastal Protection

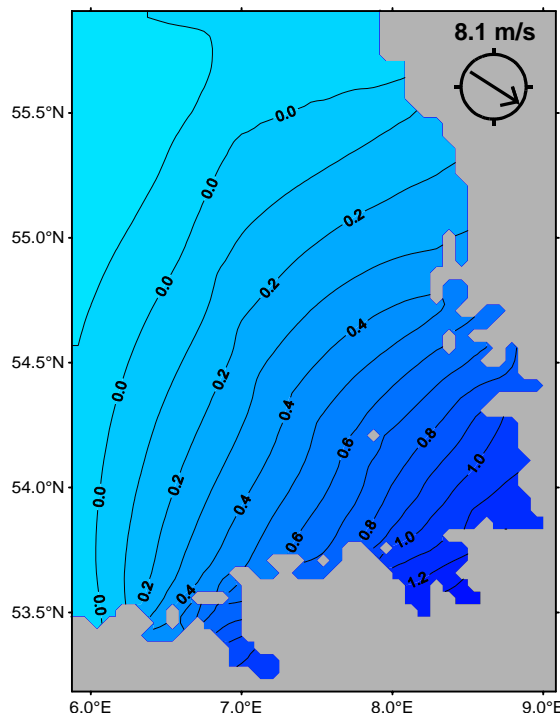
The model MACH3 calculates prognostically the water-level very exactly. In conjunction with the actual wind forcing and dependent on the certain coast formation, possibly occurring storm surges can be predicted for the short term.

The assessment of safety precautions for storm surges, such as the determination of the building specifications of dykes and weirs, are of great importance. Scenario-calculations with MACH3 can be used to test whether or not existing or planned safety precautions are sufficient for the storm surges expected. Thus, MACH3 yields the decisive basis for measures regarding coastal protection.

Also, the effects of any planned deepening of tidal rivers can be calculated. The calculations with MACH3 turn out whether or not the maximum tidal elevation will increase and which construction measures will be needed by this fact. These calculations yield the basis for efficient cost-benefit analysis with respect to the expected subsequent costs.

With the help of MACH3, the spreading of hazardous substances can be determined, which have been released by ship accidents. Dependent on the actual meteorological conditions, the respective endangered coastal areas can be determined, and the respective measures can be taken.

The sea surface elevation (m) in the German Bight under winds from NW at 24. of August 1981, 19.52 hours, as calculated by MACH3.





Wasserbau

Das Modell MACH3 ist das unverzichtbare Werkzeug zur Planung und Abschätzung der Wirkung wasserbaulicher Maßnahmen. Mit Szenario-Berechnungen können die Lage und Höhe von Deichen und Sperrwerken zum Schutz vor Sturmfluten, Leitdammkonstruktionen zur Optimierung der Strömung, Hafenummolens zur Reduzierung der Strömung und Wellenenergie, Auswirkungen von Aufstauungen durch Sperrwerke und Staudämme und Auswirkungen von Fluß-Renaturierungen bestimmt und optimiert werden.

MACH3 erfaßt nicht nur die erwünschten Auswirkungen sondern auch die unerwünschten, wie z.B. die unerwünschte Zunahme von Sedimentation aufgrund einer erwünschten Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit. Auf der Basis dieser Berechnungen können effiziente Kosten-Nutzen-Rechnungen durchgeführt werden.

Besonders wichtig ist die Ermittlung der Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Umwelt und Ökologie. Eventuelle Veränderungen von Wasseraustauschraten und Nährstoff- und Schadstofftransporten werden durch die Berechnung der Verteilung von Stoffkonzentrationen bestimmt. Auch eventuelle sekundäre Auswirkungen, wie z.B. eine Verstärkung von thermischer oder haliner Schichtung, die zu einer Reduktion der Bodenwasser-Belüftung und damit zu Sauerstoffmangelsituationen führen können, werden durch die Szenario-Rechnungen mit MACH3 sehr genau erfaßt.

Die mit MACH3 in einer Prozeßstudie berechneten Wasserstände eines Tideflusses. Bei Stromkilometer 150 wird eine einlaufende Gezeitenwelle mit einem Tidenhub von 3m vorgegeben. Wird die in der Mitte des Flusses gelegene Fahrrinne (s. Abb. oben) von 14m auf 18m vertieft, so nimmt der Tidenhub bei Stromkilometer 60 (s. Abb. unten) um 40 cm zu.

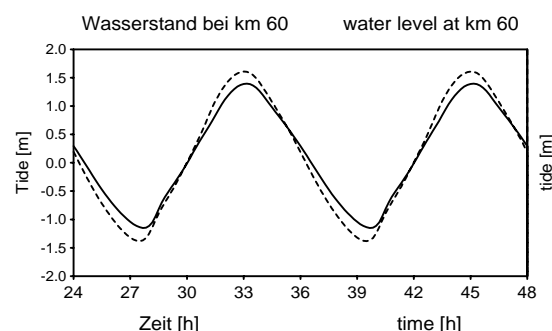
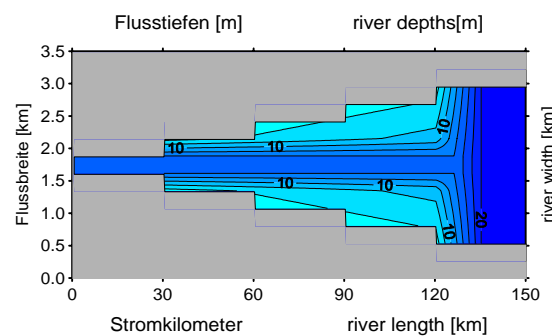
Hydraulic Engineering

The model MACH3 is the indispensable tool for planning and assessing the effects of hydraulic structures. With the help of scenario-calculations, the height and location of dykes and weirs for storm surge safety precautions, embankments and dams for optimizing the currents, harbour moles for reducing currents and wave energy, effects of damming by weirs and dams, and effects of river restorations can be determined and can be optimized.

MACH3 captures not only the desired effects but also the unwelcome, such as the unwelcome increase of sedimentation caused by the desired decrease of current velocity. On the basis of these calculations, an efficient cost-benefit analysis can be made.

Of great importance is the determination of the effects of hydraulic structures onto the environment and ecology. Potential changes in water exchange rates and in the transport of nutrients and pollutants can be determined by calculating the distribution of

any matters concentrations. Also, potential secondary effects, such as an increase of the thermal or haline stratification resulting in reduced ventilation of bottom waters and thus resulting in oxygen deficiencies, can be detected very exactly by scenario-calculations with MACH3.



The water-level of a tidal river as calculated by MACH3 within a process study. At km 150, an incoming tidal wave with an amplitude of 3 m is prescribed. If the water-way in the middle of the river (see upper fig.) is deepened from 14m to 18m, then the tidal wave amplitude at km 60 (see lower fig.) increases by 40 cm.



Das Modell MACH3

Das Modell MACH3 (**M**odel for **A**ppplied **C**omplex **H**ydrodynamics, **3**-dimensional) ist die numerische Umsetzung des vollständigen Gleichungssystems der Hydrothermodynamik. MACH3 ist diabatisch, baroklin und wirbelauflösend, und es beinhaltet das von Dr. Helmut Frey entwickelte Turbulenzschließungsschema zweiter Ordnung.

MACH3 berechnet prognostisch:	MACH3 berechnet diagnostisch:
Strömung, Transport	Druck- und Dichtefeld
Wasserstand	Driftgeschwindigkeiten
Temperatur	mittlere Energetik, Wirbel- und Turbulenzenergetik
Salzgehalt	Frontalzonenindex
diverse Stoffkonzentrationen	Temperatur-, Salzgehalt- und Dichteschichtung
3-dimensionale Turbulenz (indirekt)	Vertikalkonvektion
	beliebige weitere ableitbare Größen

MACH3 kann angetrieben werden mit Gezeiten, Wind, Wärmeflüssen zwischen Atmosphäre und Gewässer, Luftdruck, Flußfrachten, Oberwasser und Niederschlag.

MACH3 ist bereits ausführlich getestet und verifiziert, und wurde bereits erfolgreich für Untersuchungen in der Deutschen Bucht und für Prozeßstudien angewandt.

Die hohe Leistungsfähigkeit von MACH3 ermöglicht die physikalisch adäquate prognostische Berechnung selbst so hochkomplexer mesoskaliger Prozesse wie Bildung und Zerfall von Fronten, Wirbeln und thermischer und haliner Schichtung. Diese hohe Leistungsfähigkeit basiert nicht zuletzt auf der komplexen Turbulenzschließung und auf mathematisch-numerischen Verfahren, die eine Enstrophie-erhaltende Impulsadvektion und eine wirbelerhaltende, diffusionsminimierte Stoffadvektion entlang den Stromlinien gewährleisten.

The Model MACH3

The model MACH3 (**M**odel for **A**ppplied **C**omplex **H**ydrodynamics, **3**-dimensional) is the numerical conversion of the primitive equations system of the hydrothermodynamics. MACH3 is diabatic, baroclinic, and eddy-resolving, and it comprises the second order turbulence closure developed by Dr. Helmut Frey.

MACH3 calculates prognostically:	MACH3 calculates diagnostically:
currents, transport	pressure and density field
sea surface elevation	drift velocities
temperature	mean energetics, eddy- and turbulence-energetics
salinity	frontal zone index
various tracer concentrations	temperature-, salinity-, and density-stratification
3-dimensional turbulence (indirectly)	vertical convection
	any further derivable quantities

MACH3 can be forced by tides, wind, heat fluxes between atmosphere and waters, air pressure, river discharges, backwater and precipitation.

MACH3 is tested and verified already in detail, and was already applied successfully on investigations in the German Bight and on process studies.

The high capacity of MACH3 facilitates the physically adequate prognostic calculation of even such high-complex mesoscale processes as formation and decay of fronts, eddies, and thermal and haline stratification. This high capacity is based not at least on the complex turbulence closure and on mathematical-numerical methods, which ensure enstrophy-conserving momentum advection and eddy-conserving, diffusion-minimized scalar advection along the streamlines.



Gutachten und Beratung

frey hydrodynamics bietet wissenschaftliche Begutachtung und Beratung zu vielen Themen der Gewässerphysik. Vor allem die Projektierung anhaltender Maßnahmen, die Planung und Durchführung von Prozeßstudien und Szenario-Rechnungen, und die Planung und Optimierung von Meßstrategien erfordern ein fundiertes wissenschaftliches Knowhow, das Ihnen *frey hydrodynamics* bieten kann.

Mit Hilfe von numerischen Simulationen können Fragestellungen zu Umweltschutz, Ökologie, Küstenschutz und Wasserbau umfassend bearbeitet und beantwortet werden. Doch nicht nur Modellrechnungen, sondern auch entsprechende Analysen vorhandener Daten und theoretisch-analytische Überlegungen können bereits die Basis für die Planung weiterführender Maßnahmen liefern.

Neben diesen wissenschaftlichen Aufgaben übernimmt *frey hydrodynamics* auch administrative Aufgaben wie z.B. Management und Koordination wissenschaftlicher Projekte.

Expert Advice and Consulting

frey hydrodynamics provides scientific expert advice and consulting for many subjects regarding the physics of waters. Particularly, the assessment of sustainable measures, the planning and carrying-out of process studies and scenario-computations, and the planning and optimization of measuring strategies require profound scientific knowhow, which *frey hydrodynamics* can offer you.

With the help of numerical simulations, questions of environmental protection, ecology, coast protection, and hydraulic engineering can be processed and answered extensively. Also, not only model calculations but also the respective analysis of existing data and theoretical-analytical considerations can yield the basis for the planning of further measures.

Besides these scientific tasks, *frey hydrodynamics* also takes on administrative tasks such as management and co-ordination of scientific projects.



Datenbearbeitung

frey hydrodynamics besitzt langjährige Erfahrung in Management, Aufbereitung, Analyse, Auswertung und Präsentation wissenschaftlicher Daten.

Spezielle Methoden der Ozeanographie zur wissenschaftlichen Daten-Auswertung wie z.B. Geostrophie-Berechnungen, Wassermassenanalyse, Wärme- fluß-Berechnungen, Berechnung diverser Zustands- größen, Turbulenz-Berechnungen, Transport-Be- rechnungen, etc. gehören selbstverständlich zum Repertoire.

Ebenso selbstverständlich sind allgemein-mathema- tische Methoden für Zeitreihenanalyse und räumlich- zeitliche Verteilungsmuster wie z.B. Fourieranalyse, harmonische Analyse, digitale Filter, Splines, lineare und nicht-lineare Trendanalyse, multiple Regression, Cluster-Analyse, Signifikanztests, Orthogonalsys- teme, Iterationsverfahren etc.

Auch wenn Sie außergewöhnliche Analysen wün- schen, treten Sie mit uns in Kontakt: wir setzen zwar keine unmöglichen Anforderungen um, aber doch alle machbaren.

Data Processing

frey hydrodynamics has many years of experience in management, processing, analysis, evaluation, and presentation of scientific data.

Special methods of oceanography for scientific data evaluation, such as geostrophy calculations, water mass analysis, heat flux calculations, calculation of various state quantities, turbulence calculations, transport calculations, etc. are - of course - part of the repertoire.

Also, general-mathematical methods for time series analysis and for spatial-temporal distribution patterns such as Fourier analysis, harmonic analysis, digital filters, splines, linear and non-linear trend analysis, multiple regression, cluster analysis, significance tests, orthogonal systems, iteration methods, etc. are a matter of course.

Also in the case that you want some unusual analy- sis, please contact us: we do not convert impossible tasks but all the possible.



Software

Wissenschaftliche Arbeit erfordert die schnelle und gründliche Einarbeitung in die verschiedensten Programmiersprachen auf den unterschiedlichsten Plattformen. Der Umgang mit PC-Systemen und Großrechneranlagen und die ständige Entwicklung problemorientierter Software in Betriebssystemsprachen und höheren Programmiersprachen nehmen heutzutage einen großen Teil der wissenschaftlichen Arbeit ein.

Die Anforderungen umfassen die Software-Entwicklung für Datenaufbereitung, Datenauswertung, graphische Datendarstellung, Datenmanagement, komplexe mathematisch-numerische Modelle und Job-Processing. Die Programme müssen nicht nur fehlerfrei sein, sondern auch performance-optimiert arbeiten: Speziell für sehr komplexe und rechenintensive Anwendungen ist eine Plattform-spezifische Optimierung unerlässlich.

Die Entwicklung entsprechender Software ist eine zeitintensive und mühevollen Arbeit: *frey hydrodynamics* kann Ihnen diese Arbeit abnehmen.

Software

Scientific work requires to get used to different programming languages on different platforms quickly and thoroughly. Today, the work with PC-systems and mainframes, and the permanent development of problem-orientated software in operating system languages and higher programming languages occupy a great part of scientific work.

The requirements imply the software development for data processing, data evaluation, graphical data presentation, data management, complex mathematical-numerical models, and job processing. The programmes not only have to be faultless but also have to work performance-optimized: particularly for very complex and highly cpu-time consuming applications, platform-specific optimization is imperative.

The development of the respective software is a time-consuming and laborious work: *frey hydrodynamics* can relieve you of this work.



Kontakt

Contact

frey hydrodynamics

Dr. Helmut Frey
Schwenckestraße 96
D-20255 Hamburg
Germany

Tel.: +49 - 40 - 43 17 97 51

Fax: +49 - 40 - 43 17 97 90

Internet: <http://www.frey-hydrodynamics.de>
<http://www.hydrodynamics.de>

Email: con.tact@frey-hydrodynamics.de