

SPICE Cluster 3.2

Verbundprojekt Indonesien:

Entwicklung einer Systemlösung für ein nachhaltiges Management lebender Ressourcen (Aquakultur)

BMBF-Verbundvorhaben FKZ 03F0393A

Abschlussbericht

01.08.2003 – 31.03.2007

Projektleitung:

Prof. Dr. Roberto Mayerle

Projektkoordination:

Dr. Karl-J. Hesse

Dipl.Geogr. Norbert Ladwig

Forschungs- und Technologiezentrum Westküste
Zentrale Einrichtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Projektpartner:

Dr. Levent Piker

Coastal Research and Management GbR, Kiel

Dr. Indra Jaya

Dept. of Fisheries
Bogor University
Bogor/Indonesien

Prof. Dr. Feliatra

Dept. of Marine Science
University of Riau
Pekanbaru/Indonesien

Büsum/Kiel, August 2007



Autoren des Schlussberichts:

Mayerle, Roberto; Hesse, Karl-Jürgen; Ladwig, Norbert; Windupranata, Wiwin; Özgürel, Ilgar; van der Wulp, Simon; Niederndorfer, Katherina

Forschungs-und Technologiezentrum Westküste (FTZ)
der Universität Kiel
Hafentörn 1
D-25761 Büsum
Email: office@ftz-west.uni-kiel.de

Krost, Peter; Runte, Karl-Heinz; Hoppe, Kai
Coastal Research and Management GbR (CRM)
Tiessenkai 12
D-24159 Kiel-Holtenau
Email: crm@crm-online.de

Weitere Mitarbeiter im Verbundvorhaben:

M.Sc. Gerd Bruss (FTZ)
Dr. Ario Damar (IPB)
Techn Ang. Britta Egge (FTZ)
M.Sc. Carlos Escobar-Sierra (FTZ)
Dipl.-Ing. Carsten Grönhoff (FTZ)
Dr. Susanne Heise (CRM)
Techn. Ang. Daniela Koch (FTZ)
B.Sc. Fernando Landeta-Reyes (FTZ)
Dr. Doris Maicher (CRM)
M.Sc. Taswin Munier (IPB)
Techn. Ang. Jens Pauksztat (FTZ)
Dr. Poerbandono (ITB)
Techn. Ang. Wolfgang Voigt (FTZ)
Dr. Jort Wilkens (FTZ)
Dr. Zulkifli (UNRI)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	5
A. SCHLUSSBERICHT	6
1. Aufgabenstellung des Projektes	6
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	6
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	7
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand	10
4.1. Benutzte Informations- und Dokumentationsdienste	10
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	12
6. Darstellung der erzielten Ergebnisse	13
A decision support system for the sustainable environmental management of marine fish farming	14
Mass balance modelling for the determination of nutrient emissions from floating cage fish farms in Indonesia	33
Evaluation of nutrient discharge and dispersion from a coastal fish farm in Indonesia	49
Suspended matter fluxes and depositional processes in the cage finfish farm Siulung Riau Archipelago, Indonesia.	70
Sedimentological studies for investigation of fish farm impacts on the tidal coral reef platform at Pulau Siulung, Riau Archipelago, Indonesia	94
Sediments carrying capacity of organic pollution and cumulative effects by fish farming in a tidally influenced region in Riau region, Indonesia	109
The geochemical response of sediments to organic loading from fish farming; a case study in a tidally influenced region in the Riau region, Indonesia	119
Influence of a fish farm on the benthic community; a case study in a tidally influenced area in the Riau region, Indonesia	133
Numerical modeling of the holding capacity of coastal finfish mariculture in Indonesia	144
7. Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses	159
8. Erfolgte oder geplante Publikationen	160

B. ERFOLGSKONTROLLBERICHT	162
1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen	162
2. Wissenschaftlicher Erfolg des Vorhabens	163
3. Einhaltung des Finanzierungs- und Zeitplans	164
4. Verwertbarkeit der Ergebnisse	164
5. Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen	164
6. Ungelöste Fragen	164
C. ZUSAMMENFASSUNG	165

Abkürzungen

ADCP	Accoustic Doppler Current Profiler
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (Indonesian Agency for the Assessment and Application of Technology)
CTD	Conductivity-Temperature-Depth Multisonde
CORELAB	Coastal Research Laboratory im Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel
DAAD	Deutscher Akademischer Austauschdienst
DKP	Departemen Kelautan Dan Perikanan (Ministerium für Marine Angelegenheiten und Fischerei / Indonesien)
DSS	Decision Support System
FTZ	Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel in Büsum
FAO	Food and Agriculture Organization (of the United Nations)
GIS	Geographical Information System
GRIM	Gondol Research Institute for Mariculture
IGBP	Internationale Geosphere-Biosphere Programme
IPB	Institut Pertanian Bogor (Landwirtschaftliche Hochschule Bogor)
ITB	Institut Teknologi Bandung (Technische Hochschule Bandung)
LAPAN	Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (The National Institute of Aeronautics and Space)
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Indonesian Institute of Sciences)
LOICZ	Land Ocean Interaction in the Coastal Zone
SPICE	Science for the Protection of Indonesian Coastal Ecosystems
UNRI	Universitas Riau

A. SCHLUSSBERICHT

1. Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Intensivierung der marinen Aquakultur vor allem im Hinblick auf den chinesischen Markt sind Belastungen der Meeresumwelt durch Emissionen von offenen Fischzuchtfarmen in den Küsten- und Inselregionen Indonesiens ein vieldiskutiertes Problem von großer wirtschaftlicher Tragweite. Um derartigen Problemen zu begegnen, ist die Entwicklung wissenschaftlich fundierter Leitlinien für einen nachhaltigen zukünftigen Ausbau der indonesischen Marikultur erforderlich.

Das übergreifende Ziel des Projektes lag darin, auf Grundlage umfassender Felduntersuchungen in Kombination mit computergestützten Modellierungen unter Nutzung von GIS-Technologien ein geschlossenes System konkreter Entscheidungshilfen und Empfehlungen (engl. „Decision Support System – DSS) zu entwickeln, welches im Küstenmanagement zur Raumordnung für den ökologisch nachhaltigen Aufbau und Betrieb von küstennahen Netzkäfigfarmen Verwendung findet. Potenzielle Eignungsgebiete für die Ansiedlung von Fischzuchtanlagen werden anhand gewichteter Umweltkriterien identifiziert und die zulässige Größe und Produktionskapazität der Zuchtbetriebe mithilfe von Modellsimulationen bestimmt.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Vorhaben wurde im Rahmen der Deutsch-Indonesischen Kooperation in den Meeres- und Geowissenschaften im Verbund mit indonesischen und deutschen Universitäten und Firmenpartnern durchgeführt und vom BMBF mit Bundesmitteln in Höhe von rund 621.000,-- Euro für eine Gesamtlaufzeit von 43 Monaten gefördert. Es ist Teil des bilateralen SPICE-Programms „Science for the Protection of Indonesian Coastal Ecosystems“ und hier dem Cluster 3 „Coastal Ecosystem Health“ zugeordnet. Federführend auf deutscher Seite war das Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel (Projektleitung: Prof. Dr. R. Mayerle) sowie auf indonesischer Seite die Universität Bogor/Java, Institut Pertanian Bogor (Dr. Indra Jaya). Als weiterer Partner beteiligte sich die Universität Riau/Sumatra, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Pekanbaru (Prof. Dr. F. Feliatra) an dem Vorhaben. Deutscher Firmenpartner war die Coastal Research and Management GbR (CRM), Kiel (Dr. L. Piker) sowie auf indonesischer Seite die Fischzuchtfirmen PT Nuansa Ayu Karamba, Farm

& Multi Species Hatchery, Jakarta (General Manager Mr. Martin Hadinito) und Hiang Fishery, Pulau Serai, Tanjung Pinang/Riau (General Manager Mr. Cu Yang).

Ergänzend zu den beiden im Rahmen der Zuwendung bewilligten Doktorandenstellen beteiligten sich zwei über den DAAD geförderte indonesische Doktoranden an den Forschungsarbeiten. Die erheblichen logistischen Anforderungen für die umfangreichen Messkampagnen in Indonesien konnten nur durch Bereitstellung zusätzlicher Personalkapazität aus Eigenleistung erfüllt werden. Die Abwicklung der temporären Einfuhrgenehmigung und der Zollabfertigung gestaltete sich umständlich, dank der Unterstützung der indonesischen Partner ergaben sich hieraus jedoch nur geringe zeitliche Verzögerungen. Ebenso war die Beantragung der Forschungsgenehmigungen mit einem hohen bürokratischen Aufwand verbunden. Die Gültigkeit der von LIPI (Indonesian Institute of Sciences) ausgestellten Forschungsgenehmigung wurde von den lokalen Marinebehörden auf Bintan nicht anerkannt.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die detaillierte Planung des Vorhabens wurde auf einem Implementationstreffen mit den indonesischen Partnern in Jakarta im Herbst 2003 festgelegt. Als Untersuchungsgebiete zur Entwicklung des Decision Support Systems wurden eine Inselregion nördlich von Jakarta (Seribu Islands/Pramuka) sowie eine Region des Riau-Archipels (Bintan/Pulau Serai) südlich von Singapore ausgewählt (Abb. 1). Zielobjekte waren bestehende Zuchtbetriebe des markt-wichtigen „Grouper“ (Barscharten) und Milchfisch, die in Zukunft erweitert werden sollen. Das softwaregestützte Endprodukt „DSS“ sollte am Beispiel dieser Fallstudien entwickelt werden und über numerische Modellsimulationen eine Einschätzung der umweltverträglichen Ausbaufähigkeit gestatten.

Die F&E-Arbeiten im Vorhaben gliederten sich in die Bereiche Indikation, Datenermittlung, numerische Modellierung und Felduntersuchungen. Die Indikation umfasste die Festlegung von Kriterien und Grenzwerten für die Eignung eines Küstenbereiches als potenzielles Fischzuchtgebiet. Die Datenermittlung diente der Quantifizierung der ausgewählten Kriterien anhand existierender Datensätze und eigener Feldmessungen als auch der Bereitstellung von Basisdaten (e.g. Bathymetrie, Meteorologie) zur Entwicklung der numerischen Modelle. Die Modellierungsarbeiten umfassten die Entwicklung eines hydrodynamischen Strömungsmodells sowie eines gekoppelten Wasserqualitätsmodells zur Simulation der Nährstoff-

ausbreitung in den beiden Untersuchungsgebieten. Zum Betrieb sowie zur Kalibrierung und Validierung der Modelle wurden in saisonalen Feldmesskampagnen umfangreiche Datensätze zu den hydrographischen, nährstoffchemischen und biologischen Verhältnissen in den Untersuchungsgebieten erhoben. Sediment und Depositionsuntersuchungen erfolgten im Rahmen eines Unterauftrags an die Fa. Coastal Research and Management, Kiel, die ebenfalls die Installation der Unterwassermessgeräte (Strömungsmesser, Pegelmessnetz) übernahm.



Abb. 1: Untersuchungsgebiete (links: Pulau Pramuka; rechts: Pulau Serai)

Im Zeitraum des Vorhabens wurden zwei Intensiv-Messkampagnen in jedem der Untersuchungsgebiete durchgeführt, die jeweils zur Trocken- und zur Regenzeit stattfanden. Für die Feldmessungen wurden ein mit moderner Messtechnik (ADCP, CTD, GPS, Dataloggersystem) ausgerüstetes Forschungsboot und umfangreiches Gerätematerial als Containerfracht nach Indonesien verbracht. In den Untersuchungsgebieten wurden die Strömungsverhältnisse, die Salz- und Temperaturgradienten, die tidenzyklischen Nährstoffeinträge an den offenen

Rändern der Modellgebiete, die Fischfarmemissionen und deren potenzielle Eutrophierungseffekte im Wasser und am Boden, die räumliche Ausbreitung der Emissionen sowie der Fischfarmbetrieb selbst (Besatz, Produktion, Art und Menge des Futters etc.) untersucht. Weiterhin wurde in beiden Gebieten eine meteorologische Station zur kontinuierlichen Erfassung der Windrichtung und Geschwindigkeit und der Lufttemperaturen sowie ein Messnetz zum Monitoring der Wasserstände jeweils für einen Zeitraum von 6 Monaten aufgebaut.

In Ergänzung zu den Felduntersuchungen wurden mehrere Arbeitstreffen, Vorträge sowie ein Trainings-Workshop in Indonesien abgehalten. Die folgende Tabelle (1) gibt eine Übersicht zu den wichtigsten Aktivitäten.

Tab. 1: Durchgeführte Aktivitäten

Datum	Ort	Durchgeführte Aktivität
01.08.03		Beginn des Projektes
27.09.-06.10.03	Jakarta	Implementationstreffen mit Besichtigung der Untersuchungsgebiete
02.10.-20.10.04	Seribu Inseln	Erste Intensivmesskampagne
10.2004	Bali	Vorstellung des Projektes am Gondol Research Institute for Mariculture
seit 2005	Bandung	Planung eines gemeinsamen Master-Studiengangs „Double-degree Master of Science in Coastal Geosciences and Engineering“ mit ITB
03.04.-24.04.05	Seribu Inseln	Zweite Intensivmesskampagne
04.2005	Seribu Inseln	„Field Training Course on Coastal Environmental Techniques“
13.09.-01.10.05	Bintan	Dritte Intensivmesskampagne
09.2005	Seribu Inseln	Workshop mit Buparti Rahmadan, Wissenschaftlern vom IPB/ITB und politischen Entscheidungsträgern: „Scientific and Economic Development of Seribu Province“
09.2005	Jakarta	APEC Workshop: „Ocean Models for the APEC Region“ (WOM-15)
25.04.-20.05.06	Bintan	Vierte Intensivmesskampagne
05.2006	Jakarta	Präsentation des DSS am Central Research Institute for Aquaculture
14.11.-16.11.06	Denpasar	„SLAS Conference Southeast Asia Coastal Governance and Management Forum: Science meets Policy for Coastal Management and Capacity Building“
11.2006	Bali	Kooperationstreffen am Gondol Research Institute for Mariculture zur Vorbereitung einer Projektabschlussphase
11.2006	Bandung	Übergabe eines Forschungsbootes der Universität Kiel an das Institute of Technology Bandung durch den Forschungsdezernenten der CAU
31.03.07		Abschluss des Projektes

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Entwicklung des GIS-gestützten DSS basiert auf den von Nath et al. (2000) beschriebenen Prinzipien. Die Auswahl der Kriterien zur Eignung eines Küstengebietes für die Fischzucht wurde auf Basis der FAO-Richtlinien (FAO, 1989) durchgeführt. Zur Berechnung hydrodynamischer Kenngrößen (Strömung, Seegang), der Schubspannung sowie der Nährstoffausbreitung wurde das Delft3D-Modellsystem (Delft Hydraulics, the Netherlands) verwendet.

Delft Hydraulics (2005): DELFT3D-FLOW, User Manual, release 3.25, 2005; DELFT3D-WAQ. User Manual, release 4.00, 2003, Delft Hydraulics, the Netherlands.

FAO (1989): Site selection criteria for marine finfish netcage culture in Asia, UNDP/FAO Regional Seafarming Development and Demonstration Project, Network of Aquaculture Centers in Asia. Food and Agricultural Organization Documentation NACA-SF/WP/89/13.

Nath, S.S., Bolte, J.P., Ross, L.G. & Aguilar-Manjarrez, J. (2000): Application of geographical information systems (GIS) for spatial support in aquaculture. Aquacultural Engineering, Vol. 23, S. 233-278.

4.1 Benutzte Informations- und Dokumentationsdienste

Topographie und Bathymetrie der Modellgebiete wurden aus vorhandenen Kartenmaterial, letzteres auch aus eigenen Messungen, erstellt. Der hydrodynamischen Antrieb an den see-wärtigen offenen Rändern der regionalen Modelle erfolgte mit astronomischen Tidendaten des Global Ocean Tide Modells (TPXO 3.0).

Weitere Datenquellen zur Entwicklung des DSS waren Messreihen zu Wasserständen, Sedimentbeschaffenheit und Topographie der indonesischen National Coordinating Agency for Surveys and Mapping (BAKOSURTANAL), Seawatch-Daten des BPPT (Indonesian Agency for the Assessment and Application of Technology), hydrographische Messreihen von LAPAN (Indonesian National Institute of Aeronautics and Space) sowie des ITB (Bandung Institute of Technology) und des National Oceanographic Data Center (NODC, USA). Die folgende Tabelle (Tab.2) gibt eine Übersicht zu den verwendeten Informationsquellen.