

Realisierung eines *low cost*-Stereo-UW-Kameramesssystems für ein Fischmonitoring am künstlichen Riff vor Nienhagen

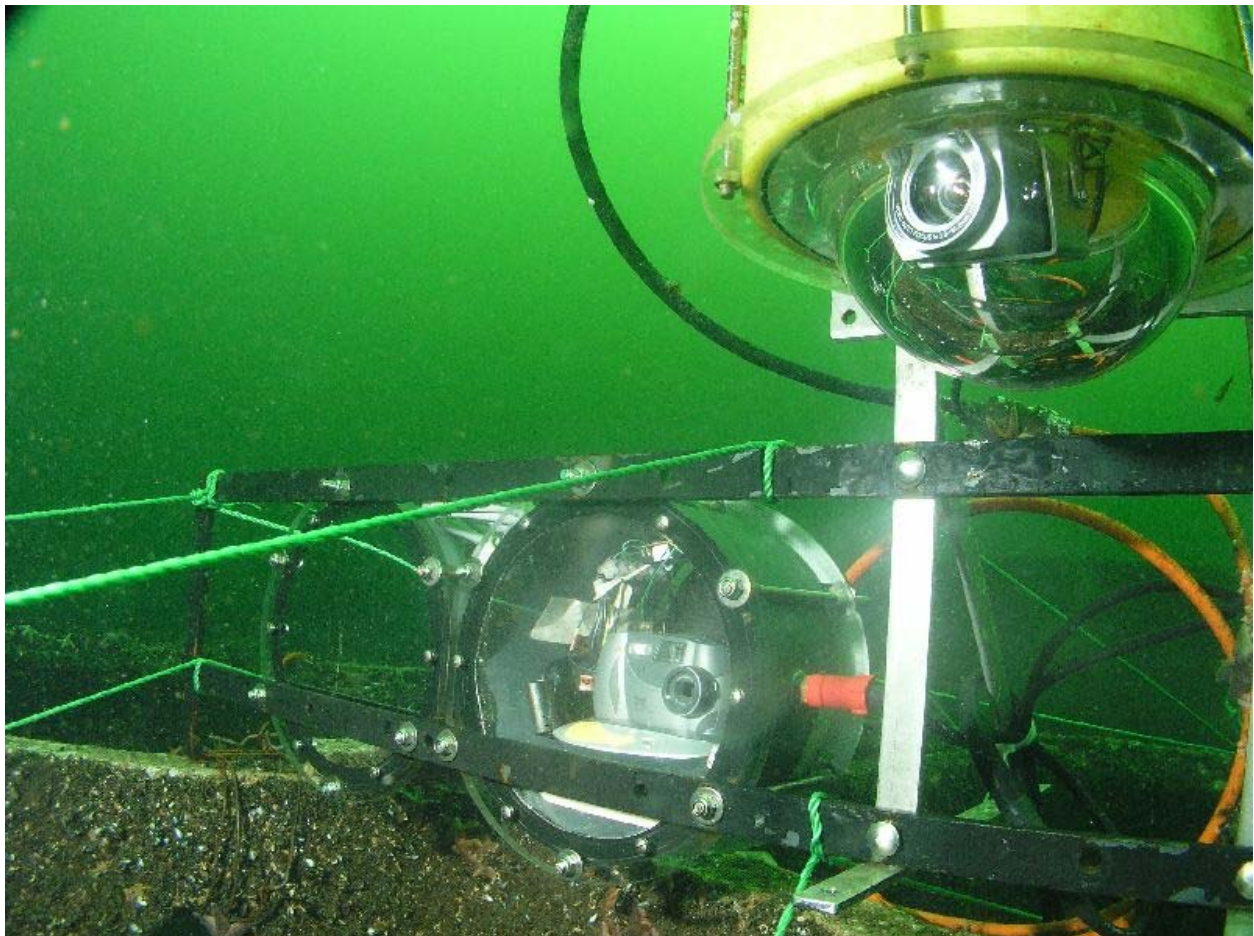
- Projektbericht 2006 -

PETER KORDUAN, DIRK LÄMMEL

Keywords: Unterwasser-Photogrammetrie, Fischmonitoring, künstliches Riff, Ostsee

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	1
1 AUFGABENSTELLUNG.....	2
2 PRAXISEINSATZ DER UW-KAMERA	2
2.1 AUFSTELLUNG UND BEFESTIGUNG DES KAMERASYSTEMS	2
2.2 AUSWERTUNG DER AUFNAHMEN.....	3
3 KONZEPTION DER KAMERAUMBAUTEN	6
4 TECHNISCHE AUSFÜHRUNGEN ZUM KAMERAUMBAU.....	7
5 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	8



1 Aufgabenstellung

Ziel der Beteiligung des Institutes für Management ländlicher Räume (IMLR) der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock am Projekt „Künstliches Riff Nienhagen“ im Jahr 2006 war die technische Bereitstellung und weitere Verbesserung der bis dahin entwickelten unterwasserphotogrammetrischen Beobachtungs- und Auswertetechnik. Im Rahmen der universitären Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Maritime System- und Strömungstechnik und dem IMLR, sowie der Firma „Unterwassertechnik Kordian“ wurde in den Jahren 2004 und 2005 eine stereophotogrammetrische Unterwasserkamerakonstruktion zur Fischbeobachtung und Vermessung entwickelt.

Ziel für das Jahr 2006 war ein weiterer Langzeiteinsatz unter Praxisbedingungen am Riff. Dazu sollten sich der Mitarbeiter des IMLR Dr. Peter Korduan sowie der über einen Werksvertrag angestellte Diplombiologe Dirk Lämmel an den vorbereitenden und durchführenden Arbeiten und Tauchereinsätzen beteiligen.

In der aktuellen Version des Kamerasystems müssen die Kameras zum Auslesen der aufgenommenen Bilder jeweils von der Einsatzstelle im Meer geborgen und die Gehäuse geöffnet werden. Ziel war die Erarbeitung eines Konzeptes, mit dem die Daten auf den Kameras unter Wasser ausgelesen werden können, ohne diese von der Einsatzstelle entfernen zu müssen. Das Konzept sollte weiterhin die Möglichkeit eröffnen, die Kameras direkt an die Funkstation anzuschließen, um später nach Einrichtung einer Breitbandverbindung digitale Bilder direkt über das Internet auslesen zu können.

Darüber hinaus war geplant die Software für die Auswertung der Stereobildpaare zu verbessern und internetfähig zu machen. Zusammengefasst ergaben sich daraus 3 Arbeitspakete:

AP1: Praxiseinsatz der UW-Kamera am Riff

AP2: Konzept für den Datenanschluss unter Wasser

AP3: Weiterentwicklung der Auswertesoftware

2 Praxiseinsatz der UW-Kamera

2.1 Aufstellung und Befestigung des Kamerasystems

Nach dem Einsatz der Kameras im letzten Jahr waren Gehäuse und Rahmengestell zu deren Befestigung stark verschmutzt und die Metallteile korrodiert. Als Voraussetzung für den Einsatz des Kamerasystems in diesem Jahr wurde daher zunächst das Gehäuse komplett vom Gestell entfernt, auseinander genommen und von außen und innen gereinigt. Das Gestell wurde ebenfalls gereinigt, entrostet und mit einem neuen Schutzanstrich versehen. Anschließend wurden die Kameras durchgesehen, die Luftentfeuchter gewechselt und die Gehäuse wieder mit dem Gestell verschraubt. Für die Befestigung des Gestells an den Betonelementen im Riff wurden Eisenketten verwendet.

Vor dem Einsatz im Riff wurden die Gehäuse auf Dichtigkeit getestet. Nach einem ersten Test in handtiefem Wasser zeigten sich die Gehäuse dicht. Auf der ersten Ausfahrt zur Montage der Kameras unter Wasser ergab sich jedoch, dass ein Gehäuse offensichtlich doch undicht war. Es drangen jedoch nur kleinste Mengen Wasser ein, so dass die Kameraelektronik keinen Schaden nahmen. Nach gründlicher Untersuchung des Gehäuses, stellte sich heraus, dass sich die undichte Stelle nicht an der zu öffnenden Seite des Gehäuses befand, sondern an der festverschraubten und verklebten Frontseite. Die Gehäusescheiben wurden daher abgeschraubt, die Bohrungen für neue Schrauben verlängert, die Gehäuse neu angeschraubt und zusätzlich mit Silikon von außen abgedichtet. Nach erneutem Zusammenbau und Dichtheitstest konnte die Kamera für den Dauereinsatz an den Einsatzort vor die Riffkegelgruppe im nordwestlichen Teil des Riffs verbracht werden. Dazu wurde erneut die Schwenk-/ Neigekamera an das Gestell

montiert. Das Gestell wurde mit den beiden Gestellfüßen auf die Oberkante der Mittelsektion eines Betonringes nach Norden ausgerichtet und jeweils mit zwei Kettenenden, von der je eine durch die Betonöffnungen in den Ringwandungen führte über Gewindestangen verschraubt (siehe Abb.). Zusätzlich wurde das Gehäuse an zwei Stellen mit je zwei 5 mm dicken Nylonseilen am Gehäusering abgespannt.



Abbildung 2-1: Befestigung der Kamerakonstruktion auf dem Betonring

Der erste Einsatz dauerte vom 18.07.2006 bis 24.08.2006. Auf Grund eines Funktionsfehlers der an dem Gehäuse montierten Schwenk-/ Neigekamera wurde auch die Stereokamera geborgen. Der zweite Einsatz dauerte vom 26.09.2006 bis 14.12.2006. Die Kameras hatten demzufolge im Jahr 2006 eine Einsatzzeit von insgesamt 88 Tagen unter Wasser. Bei der Bergung des Kamerasystems wurde festgestellt, dass sich die Befestigung auf dem Betonring auf der rechten Seite gelöst hatte. Ein Kettenglied war stark verbogen und schließlich - vermutlich während des ersten starken Sturms - gerissen, siehe Abbildung 2-2.



Abbildung 2-2: Im Sturm zerrissenes Kettenglied der Befestigung des Kameragehäuses

2.2 Auswertung der Aufnahmen

Trotz der Probleme bei der Befestigung des Kamerasystems konnten Aufnahmen gemacht und auch vorbeischwimmende Fische beobachtet werden. Die Bilder lagen - entsprechend der Kameraanordnung - in beiden Kameras auf 512 MB-CF-Speicherkarten vor. Diese wurden aus den Geräten ausgebaut und mittels Kartenlesegerät auf einen Computer ausgelesen worden. In der ersten Aufstellungsperiode wurden keine Aufnahmen gemacht, weil die Schwenk-/ Neigekamera ausgefallen war. In der zweiten Aufnahmeperiode von September bis Dezember wurden je 10 Aufnahmen gemacht. Gegenüber früheren Aufnahmen aus dem Vorjahr wurde die hintere Gehäusescheibe abgedunkelt, damit sich auf der Frontseite keine Reflexionen ergeben. Ein kleines Schauenfenster wurde jedoch aufgelassen um den LCD-Bildschirm der Kameras sehen zu können. Dieser Durchblick führte jedoch noch zu leichten Spiegelungen in der Frontscheibe.

Darum wird für die zukünftige Verwendung vorgeschlagen, die hinteren Scheiben - beispielsweise durch das Anbringen von schwenkbaren Deckeln zum Abdecken der Sichtfenster von außen - vollständig zu verdunkeln

Auf einem Stereobildpaar wurde ein Dorsch identifiziert, dessen Vermessung nachfolgend beschrieben ist. Die Software zur Ausmessung der Objekte in den Stereobildern heißt „uwphoto“ und ist als PHP-Skript entwickelt worden. Sie läuft auf einem Windowsrechner mit dem Apache Web Server im ms4w Packet von DM-Solution. Hierbei handelt es sich ausschließlich um freie Software. Diese ermöglicht die Bildauswertung über das Internet. Der Ablauf bei der Auswertung ist den folgenden Abbildungen Abbildung 2-3 bis Abbildung 2-1 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dargestellt.

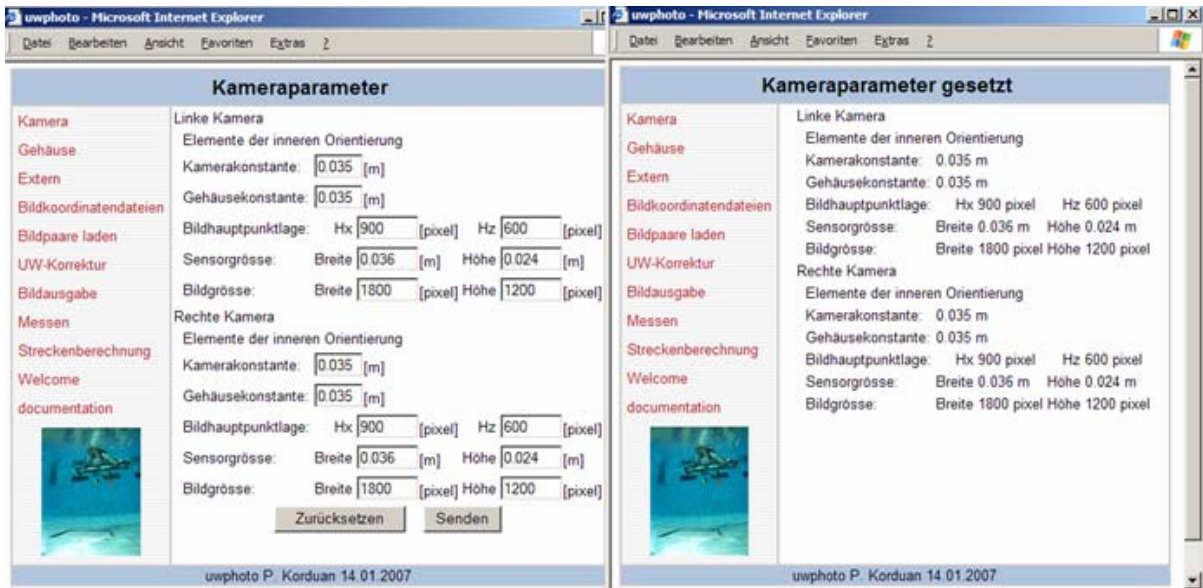


Abbildung 2-3: Auswählen der Parameter der inneren Orientierung

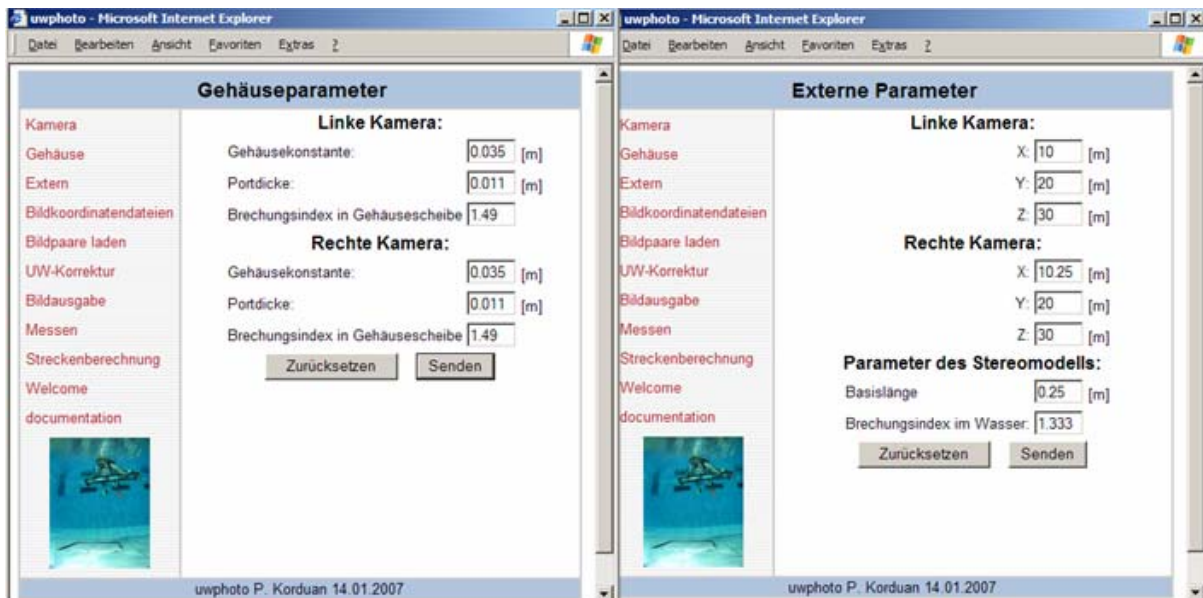


Abbildung 2-4: Auswählen der Gehäuseparameter der Parameter der relativen Orientierung

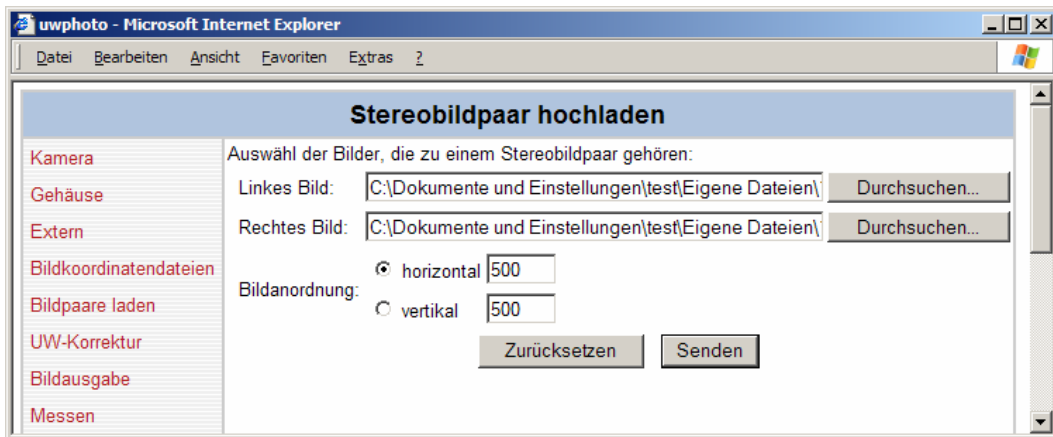


Abbildung 2-5: Auswählen der zusammengehörenden Bildpaare zum Upload auf den Server

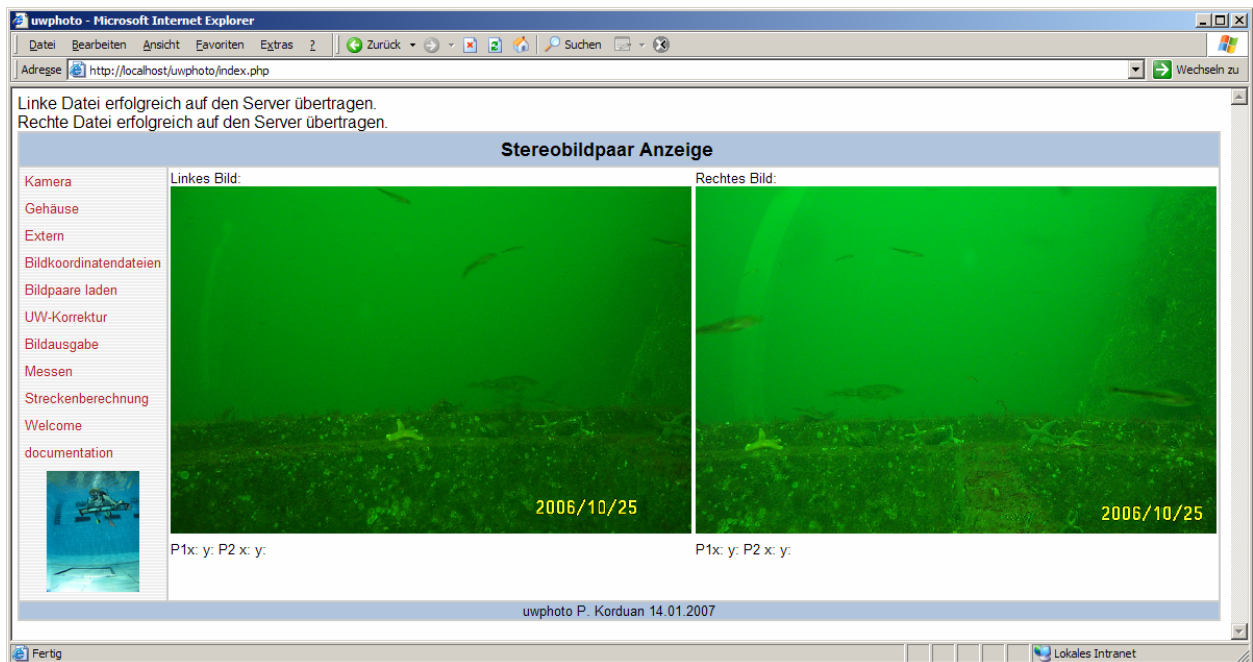


Abbildung 2-6: Anzeige des Stereobildpaares im Webbrowserfenster



Abbildung 2-7: Ausmessen der 4 Bildpunkte in den beiden Stereobildern

Beim Messen der Bildpunkte werden jeweils die Schwanzflossenspitze und die Maulspitze des im Bild markierten Dorsches angemessen. Die Pixelkoordinaten werden für jeden Punkt über den Bildern und die 3D-Koordinaten und die daraus resultierende Strecke zwischen den beiden Punkten unter den Bildern ausgegeben.

3 Konzeption der Kameraumbauten

Ziel der geplanten Kameraumbauten war das Auslesen der aufgenommenen Bilder zu vereinfachen. Es sollte ein Weg gefunden werden, die Bilder auslesen zu können ohne die Kamera von ihrer Position unter Wasser bergen zu müssen. Die eingesetzten Kameras nutzen USB zum Auslesen der Bilder. USB hat unter gewöhnlichen Bedingungen nur eine eingeschränkte Reichweite von ca. 5 m. Diese Entfernung ist für den Einsatz in Wassertiefen bis zu 12 m, wie sie am Riff vorkommen, nicht ausreichend. Das Zwischenschalten von USB-Hubs mit zusätzlicher Stromversorgung zum Verstärken des Signals kam nicht in Frage, weil die notwendige Energie nicht zur Verfügung steht bzw. nicht bereitgestellt werden sollte.

Eine weitere Möglichkeit für die Verlängerung der USB-Verbindung ist die Zwischenschaltung von USB-Line-Extendern. Mit USB-Line-Extendern wird das USB-Signal über eine Steckverbindung in ein Netzkabel überführt, welches eine Länge bis zu 40 m haben kann und anschließend wieder zurück in ein USB-Kabel. Für diese Variante ist keine externe Stromversorgung bereitzustellen, außer der, die über das USB-Kabel selbst realisiert ist,. Für die verwendete Variante muss auch nur das Remote-Modul des Line-Extenders wasserdicht isoliert sein, welches das Signal vom USB-Device (Unterwasser-Kamera) modifiziert,. Der Übergang des USB-Kabels in das Gehäuse der Kameras sollte über eine robuste wasserdichte Steckverbindung realisiert werden, nicht über eine herkömmliche USB-Steckverbindung. Beim Anschließen der USB-Kabel sollte kein Strom fließen. Die Kabelverbindung beim Auslesevorgang zwischen dem Computer und dem Kamerasystem ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Der Auslesevorgang könnte mit einer derartigen Verbindung folgendermaßen realisiert werden:

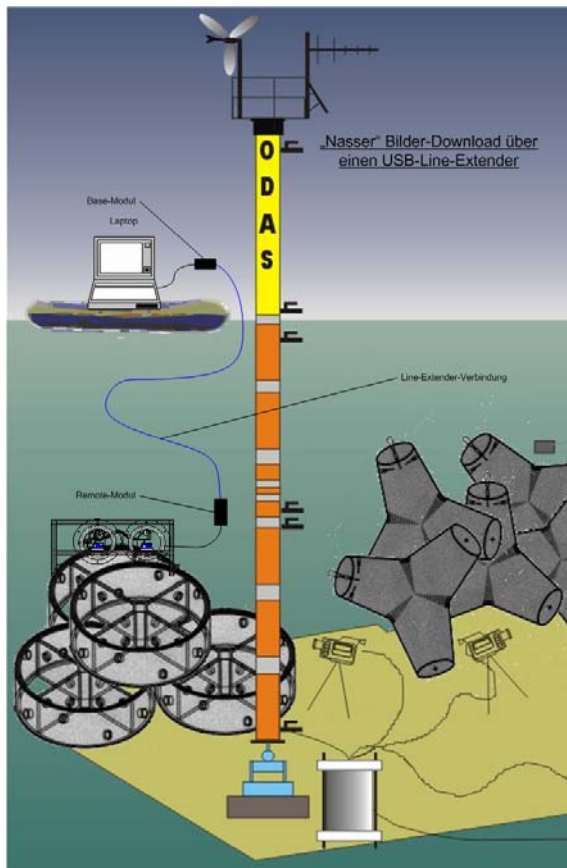


Abbildung 3-1: Schematische Darstellung der Kabelverbindung beim Auslesevorgang

1. Tauchergruppe fährt mit Schlauchboot über die Kameraposition.
2. Taucher taucht mit dem kameraseitigen Ende des Line-Extenderkabels zur Kamera.
3. Taucher steckt den Gehäusestecker in das Gehäuse und gibt Signal nach oben.
4. Der Operator, der oben die Bilder auslesen soll, steckt daraufhin den USB-Stecker in den Laptop und liest die Bilder aus.
5. Ist der Auslesevorgang beendet, trennt der Operator oben die USB-Verbindung und gibt Signal nach unten zum Taucher.
6. Taucher löst unten die Steckverbindung am Gehäuse.
7. Schritte 3-6 werden für die zweite Kamera wiederholt.
8. Nachdem die Auslesevorgänge beendet sind, gibt der Taucher noch mal Signal und der Operator holt das Kabel ein. Anschließend prüft der Taucher den Zustand der Kameras, säubert die Scheiben und kann weitere Aufgaben durchführen.

Zur Signalübertragung zwischen Taucher und Operator im Schlauchboot wird ein Signalmann mit Signalleine oder ein Tauchertelefon eingesetzt. Die Dauer des gesamten Auslesevorganges wird mit nicht mehr als 5 Minuten für beide Kameras eingeschätzt.

4 Technische Ausführungen zum Kameraumbau

Zur technischen Realisierung wurde zunächst recherchiert, welche Komponenten praktisch verwendet werden können. Ergebnis dieser Recherche war, dass ein USB-Line-Extender bestehend aus Base- (rechnerseitig) und Remote-Modul (kameraseitig) sowie zwei 5-polige SubConn-Steckverbindungen, beschafft werden müssen, siehe auch Anlage1. Zu Testzwecken wurden zunächst keine Gehäusedurchführungen gefertigt, sondern eine direkte Verbindung zwischen Kamera und Computer hergestellt. Die Verbindung wurde in verschiedenen Schritten realisiert um eventuelle Fehlerursachen den einzelnen Komponenten der Übertragungsstrecke zuordnen zu können:

1. Verbindung mit einfachem USB-Kabel
2. Verbindung mit USB-Kabel und USB-Line-Extender
3. Verbindung mit USB-Kabel, USB-Line-Extender und SubConn-Stecker

Letztere Variante ist jene, welche auch für den praktischen Anwendungsfall unter Wasser verwendet werden soll. Abbildung 4-1 zeigt den Anschluss einer Kamera über die SubConn-Steckverbindung und den USB-Line-Extender im „Trockenversuch“.

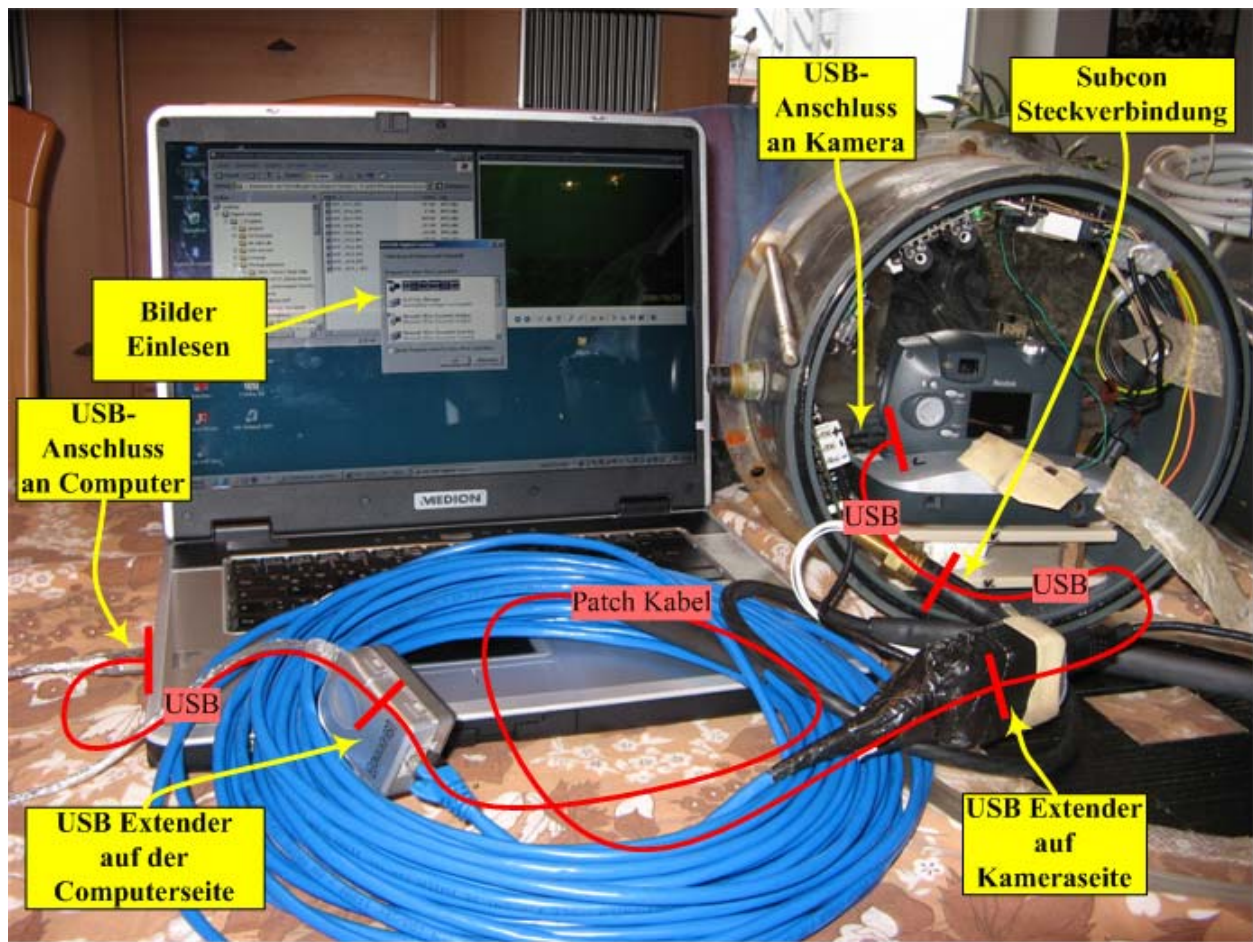


Abbildung 4-1: Anschluss einer Kamera über Subconn-Stecker und USB-Line-Extender

Bei diesem Versuch, für den ein 20 m-Patchkabel und ein ca. 1 m langes USB-Kabel verwendet wurde, erkannte der Computer die Kameras problemlos so dass Testbilder ausgelesen werden konnten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Jahr 2006 konnte das Stereo-Kamerasystem erneut erfolgreich eingesetzt werden. Nach anfänglichen Schwierigkeiten durch ein undichtes Kameragehäuse und die nicht funktionierende Schwenk-/ Neigekamera hat das Kamerasystem die erwarteten Leistungen erbracht. Die Aufnahmen sind von der zu erwartenden hinreichenden Qualität und für die Auswertung steht die internetgestützte Software „uwphoto“ bereit. Leider sind nur sehr wenige Aufnahmen gemacht worden, was darin begründet liegt, dass Bilder manuell vom Operatorplatz im Wetterdienst in Warnemünde ausgelöst werden mussten, was sehr personal- und zeitintensiv ist.

Die konzeptionellen und praktischen Arbeiten für die Erweiterung des Kamerasystems zum „nassen Auslesen“ der UW-Bilder sind gemacht. In einem nächsten Schritt müssen nun die Unterwasserkabel in das Gehäuse eingebaut werden, siehe dazu Abbildung 5-1, und die USB-Kabelverbindungen im Gehäuse hergestellt werden. Damit im Zusammenhang stehend ist das Remote-Modul des USB-Line-Extenders, welches sich beim Auslesevorgang unter Wasser befinden wird, wasserdicht einzupacken.

zur Wasseroberfläche /
zum Base-Modul des
USB-Line-Extenders

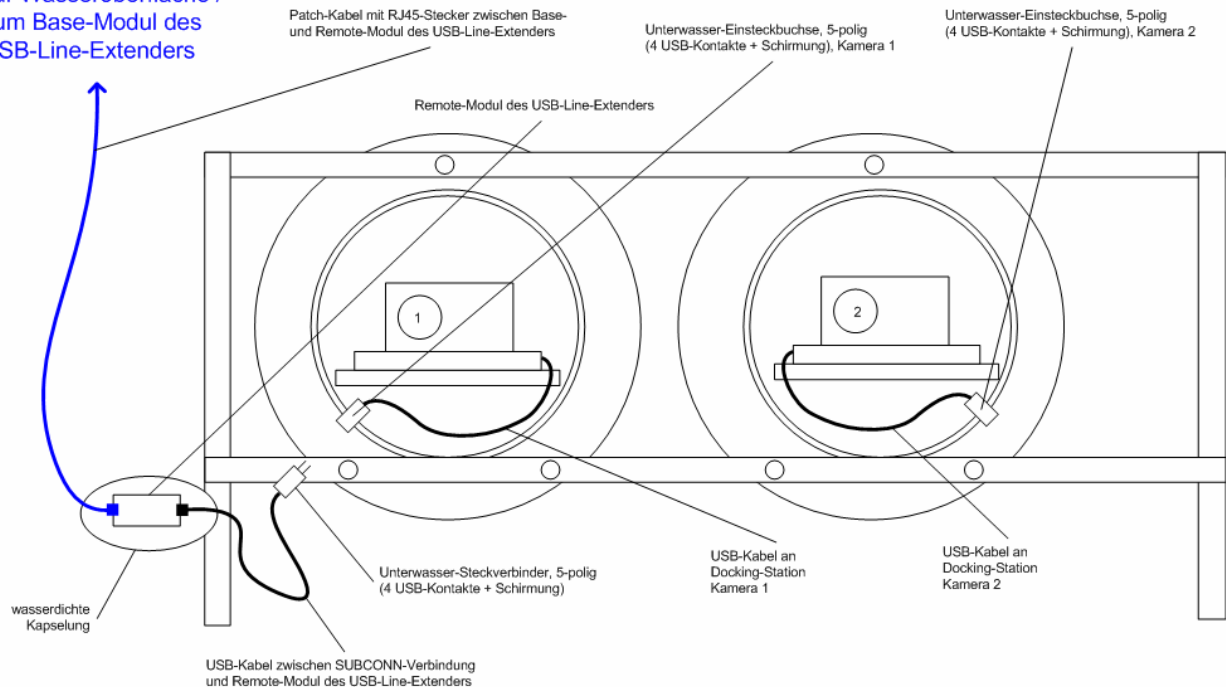


Abbildung 5-1: Schema zum Einbau der USB-Kabelverbindungen in die Kameragehäuse

Dazu sind Isolierbänder und Schrumpfschläuche vorgesehen, die auch schon beschafft wurden. Vor dem Einsatz am künstlichen Riff wird das „nasse Auslesen“ in einem Schwimmbecken getestet. Im Hinblick auf die aufwendige Arbeit für das manuelle Auslösen der Bilder wird in Zukunft eine Möglichkeit zum automatisierten Auslösen zu finden sein. Dazu muss eine geeignete Technologie zur Detektierung vorbeischwimmender Objekte von relevanter Größe gefunden werden. Diese Untersuchungen werden Gegenstand weiterer Forschungsaktivitäten sein.

Rostock, 14.01.07

Anlage 1:

Kostenaufstellung für die Instandsetzung und Weiterentwicklung des Kamerasystems im Jahr 2006

Posten	Anzahl	Zweck	Details/ Beschreibung	Gesamtkosten jeweilige Einzelposten (incl. 16 % Mwst.) + Porto
Digitalkamera Akku für KODAK DX-3500, 2,4 V, 1800 mAh, B21081, NiMH	2x	Erhaltungsstromversorgung Unterwasser-Stereo-Kameras	Spezial- Akkupack	26,60 EUR
USB Line-Extender bis 45m, Cat. 5/5e/6	1x	Hardware für USB-Download von Digitalbildern	1 Base- Modul, 1 Remote- Modul	45,00 EUR
FTP Patchkabel Cat.5e	1x	Verbindungskabel zwischen Base- und Remote-Modul des Line- Extenders	Länge: 20m	5,29 EUR
USB-1.1-Kabel A an Mini- USB-A, 4-pol.	2x	Verbindungskabel zwischen Remote-Modul des Line-Extenders und Stereo-Kamera	Länge: 1,8m	5,98 EUR
Steckverbinder Typ MCIL5M Micro-Serie mit 60 cm 20 AWG 0,5 mm ² Kabel mit goldbelegten Kontakten	1x	niedrigohmige Naß- Steckverbindung zur Durchführung der Schirmung	Subconn, 5-polig	353,92 EUR
Einbau-Steckerbuchse Typ MCBH5F mit 60 cm 22 AWG 0,32 mm ² Kabel	2x	niedrigohmige Naß- Steckverbindung zur Durchführung der Schirmung	Subconn, 5-polig	
Dummy Typ MCDC5M	2x	Blindstecker zum Elektrolyseschutz der Kontakte	Subconn, 5-polig	
Überwurfverschraubungen Typ MCDLS	2x	Auszugsicherung	Subconn, 5-polig	
Steckverbinder mit 60 cm Kabel Typ IL4M	1x	hochohmige Naß-Steckverbindung	Subconn, 4-polig	47,30 EUR
Einbau-Steckerbuchse Typ BH4F	2x	hochohmige Naß-Steckverbindung	Subconn, 4-polig	85,95 EUR
Überwurfverschraubungen T yp DLSA	2x	Auszugsicherung	Subconn, 4-polig	14,40 EUR
Dummy Typ MCDC4M	2x	Blindstecker zum Elektrolyseschutz der Kontakte	Subconn, 4-polig	20,50 EUR
12,0 mm Schrumpfschlauch mit Innenkleber	1x	wasserfeste Abdichtung des Remotomoduls des USB Line- Extenders	Kleinteile	3,15 EUR
4:1- Schrumpfschlauch	6	wasserfeste Abdichtung von Kabeltrennstellen	Kleinteile	8,00 EUR
Crimpzange für Modular 8p4c, 6p4c, 4p4c	1x	funktionssichere Steckerverbindung/ Patchkabel	Werkzeug	8,49 EUR
Stahlketten	2x	strömungs-/ diebstahlsichere Installation Unterwasser- Kamerarahmen	Kleinteile	-
diverses Kleinmaterial	-	Tape, Hammerschlag- Rostschutzfarbe, Schrauben, Gummischlauch	Kleinteile, Werkzeug	-
Gesamt (incl. 16 % Mwst.)				624,58 EUR

