

Ein Leitfaden zur Feld- und Videoanmerkung für Unterwasser-Stereovideountersuchungen von Grundfischbeständen mit

Tim Langlois¹ | Jordan Goetze^{2,3} | Todd Bond¹ | Jacquomo Monk⁴ | Rene A. Abesamis⁵ | Jacob Asher^{6,7} | Neville Barrett⁴ | Anthony TF Bernard^{8,9} | Phil J. Bouchet¹⁰ | Matthew J. Birt¹¹ | Mike Cappel¹² | Leanne M. Currey-Randall¹² | Damon Driessen³ | David V. Fairclough^{3,13} | Laura AF Fullwood³ | Brooke A. Gibbons¹ | David Harasti¹⁴ | Michelle R. Heupel¹² | Jamie Hicks¹⁵ | Thomas H. Holmes^{1,2} | Charlie Huvneers¹⁶ | Daniel Ierodiaconou¹⁷ | Alan Jordan⁴ | Nathan A. Knott¹⁸ | Steve Lindfield¹⁹ | Hamish A. Malcolm²⁰ | Dianne McLean^{1,11} | Mark Meekan¹¹ | David Miller¹⁵ | Peter J. Mitchell¹² | Stephen J. Newman^{3,13} | Ben Radford¹¹ | Fernanda A. Rolim²² | Benjamin J. Saunders³ | Marcus Stowar¹² | Adam NH Smith²³ | Michael J. Travers^{3,13} | Corey B. Wakefield^{3,13} | Sasha K. Whitmarsh¹⁶ | Joel Williams¹⁴ | Euan S. Harvey³

¹Das UWA Oceans Institute und die School of Biological Sciences der University of Western Australia, Perth, WA, Australien; Biodiversitäts- und Naturschutzwissenschaft, Abteilung für Biodiversität, Naturschutz und Attraktionen, Kensington, WA, Australien; ²Meereswissenschaftliches Programm, ³Schule für Molekular- und Leben Naturwissenschaften, Curtin University, Perth, WA, Australien; ⁴Institut für Meeres- und Antarktisstudien, University of Tasmania, Hobart, Tas, Australien; ⁵Angelo King 6 Zentrum für Forschung und Umweltmanagement, Silliman University, Dumaguete City, Philippinen; 7 Center, Science Operations NOAA Fisheries, Fischereiwissenschaft der Pazifikinseln Division, NOAA Inouye Regional Center, Honolulu, HI, USA; Hawaii in Mýnoa, Honolulu, HI, USA; Rhodes Gemeinsames Institut für Meeres- und Atmosphärenforschung, Universität Grahamstown, Südafrika; 10Centre ⁸Südafrikanisches Institut für aquatische Biodiversität, Grahamstown, Südafrika; ⁹Abteilung für Zoologie und Entomologie, for Research into Ecological & Environmental Modelling, School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews, St Andrews, UK; 11Australian Institute of Marine Science, Indian Ocean Marine Research Centre, Perth, WA, Australien; 12Australian Institute of Marine Science, Townsville, Qld, Australien; 13Western Australian Fisheries and Marine Research Laboratories, Department of Primary Industries and Regional Development, Government of Western Australia, North Beach, WA, Australien; 14Fischereiforschung, NSW Department of Primary Industries, Taylors Beach, NSW, Australien; 15Marine Science Program, Abteilung Science & Corporate Services, Ministerium für Umwelt und Wasser, Adelaide, SA, Australien; 16Southern Shark Ecology Group, College of Science and Engineering, Flinders University, Bedford Park, SA, Australien; 17School of Life and Environmental Sciences, Centre for Integrative Ecology, Deakin University, Warrnambool, Vic., Australien; 18Fischereiforschung, NSW Department of Primary Industries, Huskisson, NSW, Australien; 19Coral Reef Research Foundation, Koror, Palau; 20Fischereiforschung, NSW Department of Primary Industries, Coffs Harbour, NSW, Australien; 21Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestoft, Großbritannien; 22Elasmobranch Research Laboratory, Institut für Biowissenschaften, São Paulo State University, São Vicente, SP, Brasilien und 23School of Natural and Computational Sciences, Massey University, Auckland, Neuseeland

Korrespondenz

Jordan Goetze E-
Mail: gertza@gmail.com

Informationen zur Finanzierung

National der australischen Regierung
Umweltwissenschaftliches Programm; australisch
Forschungsdaten-Commons; Gorgon
Barrow Island Gorgon Barrow Island Netz
Fonds für Naturschutzleistungen

Bearbeitungsredakteur: Edward Codling

Abstrakt

1. Mit Ködern versehene Unterwasser-Stereo-Video-systeme (Stereo-BRUVs) sind ein beliebtes Werkzeug, um Grundfischbestände zu beproben und auf robuste, kostengünstige und nicht-invasive Weise Daten über deren relative Häufigkeit und Körpergrößenstruktur zu sammeln. Angesichts der schnellen Verbreitung der Methode sind subtile Unterschiede in der Art und Weise entstanden, wie Stereo-BRUVs eingesetzt werden und wie die resultierenden Bilder mit Anmerkungen versehen werden. Diese Unterschiede schränken die Interoperabilität der studienübergreifend gewonnenen Datensätze ein und verhindern so umfassende Einblicke in die Dynamik ökologischer Systeme.

Tim Langlois und Jordan Goetze sind gemeinsame Hauptautoren.

Dies ist ein Open-Access-Artikel unter den Bedingungen der Creative Commons Attribution License, die die Nutzung, Verbreitung und Reproduktion in jedem Medium erlaubt, sofern das Originalwerk ordnungsgemäß zitiert wird. © 2020 Die Autoren.

Methods in Ecology and Evolution, veröffentlicht von John Wiley & Sons Ltd im Auftrag der British Ecological Society

2. Wir stellen den ersten weltweit anerkannten Leitfaden für die Verwendung von Stereo-BRUVs zur Vermessung bereit Grundfischbestände und zugehörige benthische Lebensräume.
3. Informationen zum Design von Stereo-BRUVs, Kameraeinstellungen, Feldoperationen und Bildkommentaren werden erläutert. Darüber hinaus stellen wir Links zu Protokollen zur Datenvalidierung, Archivierung und Weitergabe bereit.
4. Weltweit verbreitet sich der Einsatz von Stereo-BRUVs rasant. Wir stellen ein standardisiertes Protokoll bereit, das methodische Unterschiede zwischen Forschern verringert und die Verwendung auffindbarer, zugänglicher, interoperabler und wiederverwendbarer Arbeitsabläufe fördert, um die Fähigkeit zur Synthese globaler Datensätze und zur Beantwortung einer breiten Palette ökologischer Fragen zu verbessern.

SCHLÜSSELWÖRTER

Überwachung (Populationsökologie), Populationsökologie, Probenahme

1 | EINFÜHRUNG

Unser Verständnis der Fischökologie und der Fähigkeit, Populationen zu verwalten erfordern in geeigneter Weise genaue Daten über das Vorkommen, die Häufigkeit und den Bestand der Arten. Körpergröße, -verteilung und -verhalten. Remote-Video-basierte Probenahme Wegen (a) ihrer zerstörungsfreien Wirkung werden zunehmend Methoden eingesetzt Natur, (b) Fähigkeit, seltene Arten zu beproben (Goetze et al., 2019; Harvey, Santana-Garcon, Goetze, Saunders & Cappo, 2018), über große Tiefe Bereiche (Heyns-Veale et al., 2016; Wellington et al., 2018), (c) Bereitstellung einer dauerhaften Aufzeichnung, die überprüft werden kann, um Interobserver zu reduzieren Variabilität (Cappo, De'ath, Stowar, Johansson & Doherty, 2009), (d) abil Fähigkeit, begleitende Daten zum Lebensraum zu sammeln (Bennett, Wilson, Shedrawi, McLean & Langlois, 2016; zB epibenthische Abdeckung und Substrat, Collins et al., 2017) und (e) Bereitstellung von Bildern für die Wissenschaftskommunikation. Methoden zur Fernaufnahme von Unterwasservideos unterliegen nicht der Verantwortung des Tauchers Sie unterliegen weder Sicherheitsbeschränkungen, noch leiden sie unter Verhaltensvorurteilen infolge der Anwesenheit von Tauchern (Gray et al., 2016; Lindfield, Harvey, McIlwain & Halford, 2014). Es können mehrere Remote-Systeme bereitgestellt werden auf dem Feld nacheinander, um die Feldzeit effizient zu nutzen und zu ermöglichen räumlich ausgedehnte Probenahme (Langlois, Radford, et al., 2012).

Die Verwendung von Ködern mit Remote-Unterwasser-Videosystemen (BRUV) erhöht die relative Häufigkeit und Vielfalt der beobachteten Fische, insbesondere Arten, auf die die Fischerei abzielt, ohne dies auszuschließen Probenahme von Fischen, die nicht von Ködern angezogen werden (Coghlan, McLean, Harvey & Langlois, 2017; Harvey, Cappo, Butler, Hall & Kendrick, 2007; Geschwindigkeit, Rees, Cure, Vaughan & Meekan, 2019). Vorurteile im Zusammenhang mit Ködern Der Einsatz wurde in verschiedenen Studien diskutiert (Coghlan et al., 2017; Dorman, Harvey & Newman, 2012; Goetze et al., 2015; Hardinge, Harvey, Saunders & Newman, 2013). Variation in der Ausbreitung der Köderfahne und die Empfindlichkeit verschiedener Fischarten gegenüber Ködern ist unbekannt (Harvey et al., 2007) und artspezifisch (Bernard & Götz, 2012), mit kryptischen und sesshafte Arten sind möglicherweise unterrepräsentiert (Stat et al., 2019; Watson, Harvey, Anderson & Kendrick, 2005). Trotz dieser Einschränkungen Es wurde gezeigt, dass BRUVs relative Maße für Arten liefern Reichtum und Abundanz für eine Reihe von Arten in einem vielfältigen Spektrum Bedingungen und Lebensräume (Cappo, Harvey & Shortis, 2006).

BRUV-Systeme mit Stereo-Videokameras (Stereo-BRUVs) ermöglichen präzise Messungen der Körpergröße (Harvey, Fletcher & Shortis, 2001), die die Schätzungen von Tauchern übertreffen (Harvey et al., 2001). Sowohl Längen- als auch Biomasseverteilungsdaten werden erkannt als wesentliche Maßstäbe für den Schutz der Artenvielfalt und der Fische angesehen Eries Management Reporting (Langlois, Harvey & Meeuwig, 2012). Wichtig ist, dass Stereo-BRUVs eine vergleichbare Körpergrößenverteilung bieten tionsdaten auf fischereiabhängige Methoden wie Schleppnetze (Cappo, Speare & De'ath, 2004), Haken und Leine (Langlois, Fitzpatrick et al., 2012) und Fallenfischen (Langlois et al., 2015). Obwohl es betrügerisch ist Da Stereo-BRUVs für die Schätzung der Dichte ungeeignet sind, bieten sie eine kostengünstige und statistisch aussagekräftige Methode zur Raumerkennung zeitliche Änderungen der relativen Häufigkeit, Länge und Biomasse Verteilung von Fischbeständen (Bornot et al., 2015; Harvey, Cappo, Kendrick & McLean, 2013; Malcolm, Schultz, Sachs, Johnstone & Jordanian, 2015). Allerdings in über 275 Studien mit Stereo-BRUVs für eine Reihe von Zielen (Hintergrundinformationen 1), Whitmarsh, Fairweather und Huvneers (2017) fanden weit verbreitete Unterschiede in Methodik, die die Interoperabilität der Daten beeinträchtigen kann.

Wir stellen ein weithin akzeptiertes Protokoll für die Verwendung von Benthos bereit Stereo-BRUVs einschließlich Informationen zu Design, Feldbetrieb, Bildanmerkung, Datenvalidierung, Archivierung und Synthese. Von Profi Unser Ziel ist es, ein standardisiertes Protokoll für Stereo-BRUVs-Umfragen bereitzustellen um die Unterschiede in den Methoden zwischen Forschern zu verringern, und en ermutigen Sie zum Einsatz von „Findable“, „Accessible“, „Interoperable“ und „Reusable“. (FAIR, Wilkinson et al., 2016) Arbeitsabläufe zur Verbesserung der Fähigkeit Datensätze synthetisieren und umfassende ökologische Fragen beantworten.

2 | STEREO-BRUVs DESIGN

Stereo-BRUV-Systeme bestehen aus einem Rahmen (Abbildung 1a), der zwei schützt konvergente Videokameras in wasserdichten Gehäusen, angebracht an einer Basisstange befestigt (Abbildung 1b), wobei eine Art Köderbehälter befestigt ist vor den Kameras (Abbildung 1e). Systeme sind im Allgemeinen Teth Sie werden mit Seilen an Oberflächenbojen befestigt, um den Transport und die Bergung zu erleichtern

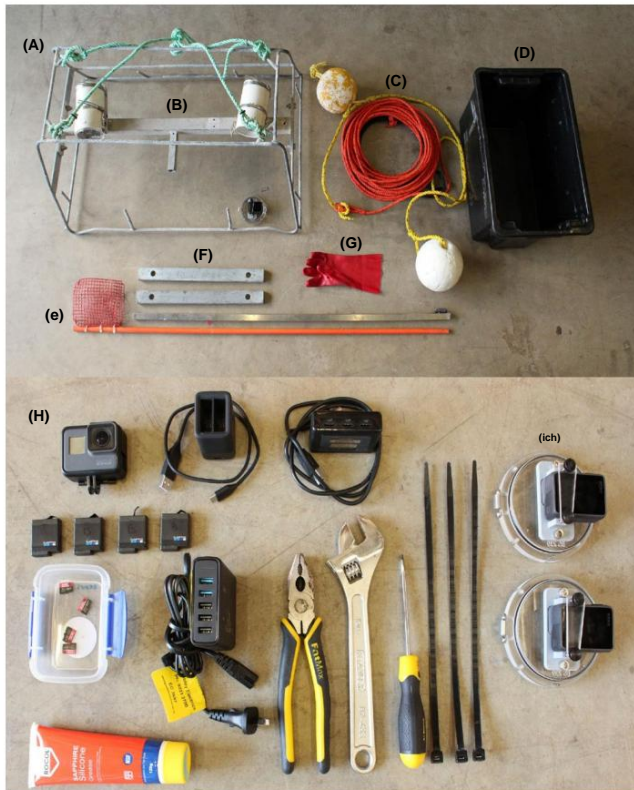


ABBILDUNG 1 Ausrüstung, die für Unterwasser-Stereo-Video-System-Untersuchungen mit Köder erforderlich ist, einschließlich (a) verzinktem Rahmen und Zaumzeug aus Weichstahl, (b) Stereo-Basisstange und Kameragehäusen, (c) Seil mit abnehmbarer Schwimmleine und zwei Schwimmern, (d) Aufbewahrungsbehälter für Ausrüstung und Köder, (e) PVC-Köderarm (verstärkt mit Glasfaserstab) mit Netzködertasche und tragendem Metalldiodenarm, (f) Metallgewichte für tiefes Wasser oder starke Strömung, (g) langarmig Handschuh für den Umgang mit Ködern und (h) Trockenset einschließlich Ersatzkameras, Ersatzbatterien, Batterieladegerät, Micro-SD-Kartenleser, Micro-SD-Karten, Standardwerkzeug, Kabelbinder zum Sichern von Köderbeuteln, Silikonfett für O-Ringe und (i) kalibrierte Kameras, die sicher an Frontplatten befestigt sind

(Abbildung 1c). Für den Einsatz in tiefem Wasser kann den Rahmen Ballast hinzugefügt werden Gebiete mit starker Strömung (Abbildung 1f).

2.1 | Kameras und Photogrammetrie

Wir empfehlen Kameras mit voller, hochauflösender Auflösung von mindestens 1.920×1.080 Pixel (Harvey, Goetze, McLaren, Langlois & Shortis, 2010) und eine Aufnahmezeit von mindestens 30 Bildern pro Sekunde (Hinweis: Einige Modelle von Action-Kameras können bei hoher Auflösung überhitzen z. B. 4K). Eine höhere Kameraauflösung verbessert die Identifizierung Anzahl der Fische und die für die Messung erforderliche Pixelauswahl. Höher Die Bildraten reduzieren die Unschärfe bei sich schnell bewegenden Tieren. Um Stereo zu erhalten Bei Kalibrierungen muss die Videostabilisierung der Kameras deaktiviert sein und eine feste Brennweite kann Messungen im Nah- und Fernbereich erleichtern von den Kamerasystemen bei korrekter Kalibrierung (Boutros, Shortis, & Harvey, 2015; Shortis, Harvey & Abdo, 2009). Das Sichtfeld sollte standardisiert und so gewählt werden, dass Verzerrungen im Bild begrenzt werden (z. B. nicht mehr als ein mittlerer Winkel, $\sim 95^\circ$ H-FOV). Bei der Probenahme von Grundwasser

Fischansammlungen in typischer maximaler Entfernung (8 m) von den Kameras, Boutros et al. (2015) schlugen einen Kameraabstand < 500 mm vor kann zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit führen Die Präzision ist eine Funktion von $1/(\text{Kameraabstand})$. Kameras sind repariert an einer starren Basisstange befestigt, um die für die Kalibrierung erforderliche Stereokalibrierung beizubehalten Berechnen Sie genaue Längen- und Entfernungsmessungen (Boutros et al., 2015; Harvey & Shortis, 1995, 1998; Shortis & Harvey, 1998; Shortis et al., 2009). Das in Abbildung 1 abgebildete Stereosystem verwendet zwei GoPro Hero 5 Black-Kameras mit 700 mm Abstand zwischen den Kameragehäusen mit 7° Konvergenzwinkel auf einer Stahlgrundschiene, allerdings 500 mm mit Ein Konvergenzwinkel von 5° ist ebenfalls üblich.

Stereokalibrierungen müssen sowohl vor als auch nach einem Feld durchgeführt werden Kampagne. Angesichts der erforderlichen Toleranzen bei Stereo-BRUVs Wir empfehlen Ihnen, sich bei der Herstellung und Kalibrierung beraten zu lassen B. von anerkannten Anbietern oder unter Einhaltung strenger Vorgaben. Beliebige Änderungen in der Kamerapositionierung (z. B. wenn eine Kamera währenddessen abmontiert wird). Batteriewechsel führt zu einer Störung der Stereokalibrierung, was zu Folgendem führt: Messfehler. Aus diesem Grund sind die meisten handelsüblichen Gehäuse hauptsächlich ungeeignet für Stereo-BRUVs. Abbildung 1i zeigt ein Beispiel dafür eine Kamera, die zur Gewährleistung der Stabilität an der Gehäusefrontplatte befestigt ist. Jedes Gehäuse und jede Kamera sollte eindeutig identifiziert werden, um sicherzustellen, dass Letztere werden nur auf dem System verwendet, für das sie kalibriert wurden.

2.2 | Köder

Als Faustregel gilt, dass lokal gewonnene, sardinartige Ölköder zu empfehlen sind behoben (Dorman et al., 2012), da sich das Öl verteilt, um Fische anzulocken. Lokale Beschaffung von Sardinenködern aus Fabrikabfällen (z. B. Fischköpfe, Schwänze und Eingeweide) werden den ökologischen Fußabdruck und die Kosten der Umfrage verringern Probenahme und Potenzial für eine Krankheitstraslokation. Wir empfehlen $0.8\text{--}1$ kg grob zerkleinerter Köder, positioniert zwischen 1,2 und 1,5 m vor den Kameras mit der Mesh-Ködertasche möglichst nah am Ben das wie möglich. Eine Positionierung weiter als 1,5 m von der Kamera entfernt wird verringern die Fähigkeit, Personen zu identifizieren und zu messen. Köder sollte sein nach jedem Einsatz ersetzt.

2.3 | Bereitstellungsdauer

Benthische Stereo-BRUVs sollten für eine Standarddauer eingesetzt werden. Wir empfehlen Einsätze von 60 Minuten (untere Zeit), um spe Cies-Erkennung (Currey-Randall, Cappo, Simpfendorfer, Farabaugh, & Heupel, 2020) und erleichtern den Vergleich mit historischen Daten. Einsätze von 30 Minuten haben sich als ausreichend erwiesen zur Probenahme bestimmter Flossenfischarten an flachen Riffen gemäßiger Zonen (Bernard & Götz, 2012; Harasti et al., 2015).

2,4 | Musterdesign

Stichprobenstrategien sollten so konzipiert sein, dass gültige Schlussfolgerungen gewährleistet sind Interpretationen der resultierenden Daten (Smith, Anderson & Pawley, 2017). Wir

Empfehlen Sie räumlich ausgewogene statistische Routinen wie das R- Paket MBHdesign (Foster et al., 2019), das Umweltdesign einbeziehen kann Informationen und Legacy-Sites, um Sampling-Designs mit bekannten Informationen zu erstellen Abschlusswahrscheinlichkeiten (Foster et al., 2017, 2018). Aufgrund der Notwendigkeit eines erneuten Besuchs jeder Standort zum Abrufen von Stereo-BRUVs nach der Bereitstellung, räumlich ausgeglichene Designs können für die Probenahme großer Regionen (>10 Minuten Transit) ineffizient sein Zeit zwischen den Proben) und geclusterte Probenentwürfe können bevorzugt sein (Hill et al., 2018).

Einzelne Stereo-BRUVs-Samples sollten beim Einstellen getrennt werden Gleichzeitig soll die Wahrscheinlichkeit einer Nichtunabhängigkeit verringert werden Personen, die gleichzeitig von benachbarten Stereo-BRUVs abgetastet werden.

Der Abstand hängt von der Mobilität der Art ab

der untersuchte Lebensraum; für typische Grundfischbestände: a Empfohlen werden mindestens 400 m für 1-stündige Einsätze (Bond, Partridge, et al., 2018) oder 250 m für 30-minütige Einsätze (Cappo et al., 2001).

2,5 | Feldlogistik

Schiffe, die mit einem schwingenden Davitarm oder einem Kipper und einer Winde ausgestattet sind sind ideal für den Einsatz und die Bergung von Stereo-BRUVs in tieferen Gewässern (Abbildung 2); Allerdings sind leichte Stereo-BRUVs (unterstützend) möglich Informationen 2) können manuell abgerufen werden. Vergleichbares Fallenfischen Abrufmethoden sind im Allgemeinen die effizientesten. Jeder Abruf des Vorzeichen bleibt vom Typ des verwendeten Gefäßes abhängig, Stereo-BRUVs Gewicht und Größe sowie vorherrschende Seebedingungen. Lokale Fischer vertraut

mit einem Studienstandort kann wertvolle Hinweise zur Probenahmelogistik geben Tics. Es können mehrere Stereo-BRUVs gleichzeitig eingesetzt werden, mit ca. 10 Stereo-BRUVs-Systeme sorgen für optimale logistische Effizienz Bereitstellungszeit von 60 Minuten. Dämmerungsperioden sollten vermieden werden (sofern nicht der Zweck der Studie) aufgrund nachgewiesener Veränderungen bei Fischen Verhalten in diesen Zeiten (Bond, Langlois, et al., 2018; Myers, Harvey, Saunders & Travers, 2016). Bei der Probenahme bei schlechten Lichtverhältnissen Unter diesen Bedingungen können sowohl blaues (450–465 nm) als auch weißes (550–560 nm) Licht verwendet werden verwendet werden. Weiß kann das beste Bildmaterial zur Identifizierung liefern (Birt, Stowar, Currey-Randall, McLean & Miller, 2019), aber Blau war es Es wurde festgestellt, dass potenzielle Verhaltensverzerrungen vermieden und Rückstreuungen reduziert werden aus Plankton in der Nacht (Fitzpatrick, McLean & Harvey, 2013). Feld Checklisten zur Methodik finden Sie in den Hintergrundinformationen 3.

2,6 | Bildanmerkungen

2.6.1 | Software

Software, die speziell zum Kommentieren und Vermessen von Fischen entwickelt wurde Stereo-Video wird die Kosteneffizienz und den Komfort erheblich steigern Konsistenz der Bildannotation (Gomes-Pereira et al., 2016). Für Stereo Bei Videos liegt die Herausforderung nicht in der Annotation, sondern in der Kalibrierung der Bilder um eine genaue Längen- und Entfernungsmessung zu ermöglichen. Anmerkung Software und Pakete mit Messfunktionen umfassen Vision Messsystem (Harman, Harvey & Kendrick, 2003), NIH Bild (Dunbrack, 2006), Seabates- Paket in Python (Boldt, Williams,

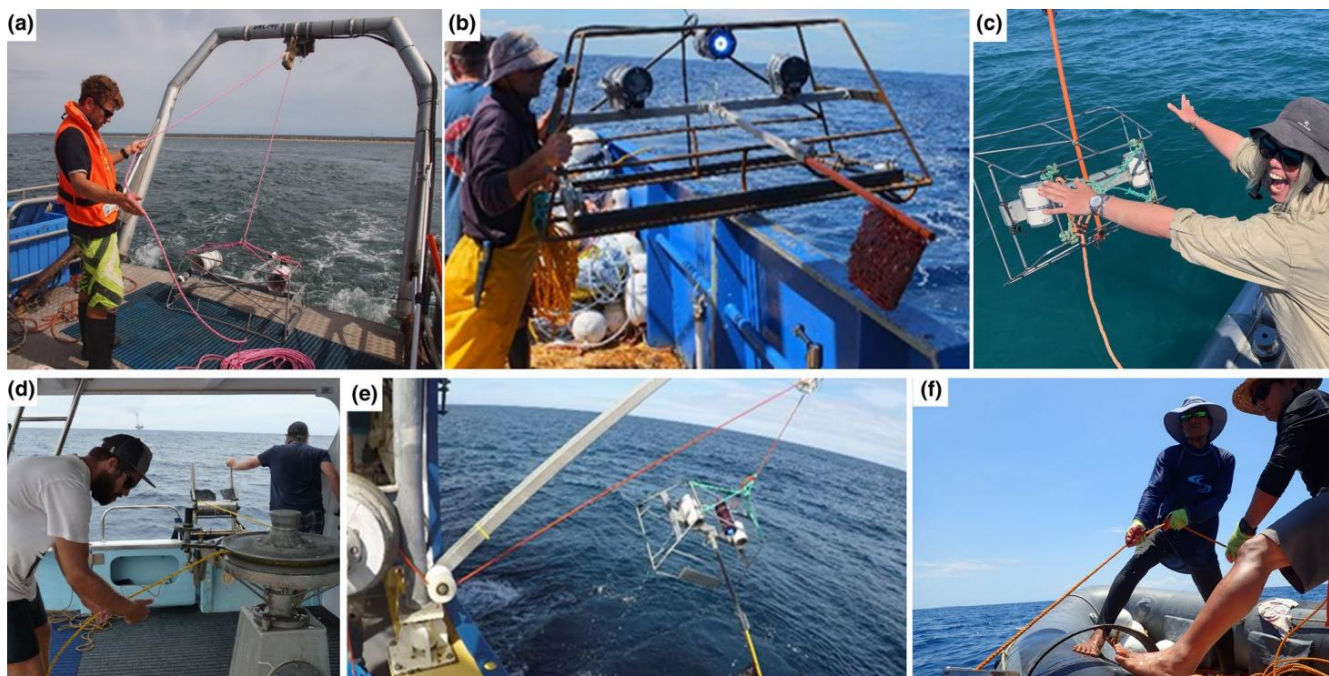


ABBILDUNG 2 Methoden zum sicheren Einsatz und Einholen beköderter Unterwasser-Stereovideosysteme (BRUVs) von Schiffen unterschiedlicher Größe mit unterschiedlicher Ausrüstung. (a) Einsatz eines Stereo-BRUVs unter Verwendung eines A-Rahmens und einer Riemenscheibe am Heck des Schiffes; (b) Einsatz eines Stereo-BRUV mit Gewichten und einem Licht von der Seite eines Schiffes aus; (c) Einsatz eines leichten Stereo-BRUV aus einem kleinen starren Schlauchboot (siehe Hintergrundinformationen 2); (d) Verwendung einer „Topfwinde“ und eines „Topfkippers“, um Stereo-BRUVs schnell in tiefem Wasser zu bergen; (e) Einholen eines Stereo-BRUVs mithilfe eines Davitarms von der Seite eines Schiffes; (f) manuelles Einholen von Stereo-BRUVs mit einem umfunktionierten Ankerschlepper auf den Philippinen

Rooper, Towler & Gauthier, 2018), StereoMorph- Paket in r (Olsen & Westneat, 2015) und EventMeasure plus CAL (Kalibrierungssoftware). Software) von SeaGIS (seagis.com.au). EventMeasure und CAL ist das Die am weitesten verbreitete Option aufgrund ihres etablierten Workflows und ihrer Fähigkeit Erstellen Sie 3D-Stereokalibrierungen und eine aktive Entwicklung, die dies ermöglicht Kostengünstige und konsistente Punkt- und Stereoannotation von Videos Bilder. Manuelle Bildkommentare und -messungen können zeitaufwändig sein aufwändig, aber das aufstrebende Feld der automatisierten Bildanmerkung verspricht eine höhere Kosteneffizienz und eine bessere Sammlung neuer Bücher Metriken (Marini et al., 2018).

2.6.2 | Anmerkungsmetadaten

Zum Popu sollten Feldmetadaten (Unterstützende Informationen 4) verwendet werden Geben Sie für jedes Beispiel und jeden Anmerkungsatz einen eindeutigen Code ein. Zeit auf der Der Meeresboden sollte mit Anmerkungen versehen werden, um eine Startzeit für die Stereoanlage bereitzustellen BRUVs Bereitstellungszeitraum. Es ist wichtig, dass die Verbindung zwischen einem Notationen und Bilder bleiben erhalten.

2.6.3 | Abundanzschätzungen

Wir empfehlen, alle Fische auf der niedrigsten taxonomischen Ebene zu identifizieren möglich. Das Standardmaß für die Häufigkeit ist MaxN, das Maximum Anzahl der Individuen einer bestimmten Art, die in einem einzelnen Videobild vorhanden sind (Priede, Bagley, Smith, Creasey & Merrett, 1994). MaxN ist weit verbreitet für BRUVs (Whitmarsh et al., 2017), da es konservativ ist und sicherstellt dass kein Individuum mehr als einmal gezählt wird (Schobernd, Bachele, & Conn, 2013). Zwar wurde häufig vorgeschlagen, dass MaxN un unterschätzt sowohl Individuen mit kleinem als auch großem Körper, die einzige Studie Bisher hat MaxN einen Vertreter gefunden, um dies zu bewerten Stichprobe von Größenverteilungen (Coghlan et al., 2017). Synchronisiert und kalibrierte linke und rechte Kameras ermöglichen es dem Analytisten, das zu bestimmen Achten Sie darauf, dass sich die Fische im Sichtfeld befinden und dass sie sich innerhalb einer Reichweite befinden Bußgeldabstand von den Kameras. Typischerweise werden Fische innerhalb von a gezählt maximale Entfernung von 8 m, darüber hinaus sind Längenschätzungen wahrscheinlich ungenau sein, es sei denn, es wurden spezielle Kalibrierungen durchgeführt. Anmerkungen zum aktuellen MaxN können bei Bedarf aktualisiert werden Fische sind durch die Entnahme deutlicher sichtbar und daher leichter zu messen zuletzt photogrammetrische Messungen der individuellen Körperlänge MaxN kommentiert.

2.6.4 | Körpergrößenmessungen

Zur Akkumulation werden synchronisierte und kalibrierte Stereo-Videostrome verwendet Körpergröße messen. Alle Individuen jeder Art sollten es sein gemessen an ihrem MaxN. Wir empfehlen eher die Gabellänge zu messen als die Gesamtlänge, da sie über einen Bereich von spe leichter definierbar ist Städte. Schätzungen der Biomasse basieren normalerweise auf der Gesamtlänge, aber auf der Gabellänge Zur Vervollständigung dieser Berechnungen können Umrechnungen von Länge zu Gesamtlänge verwendet werden (Froese & Pauly, 2019). Für Arten, bei denen die Gesamtlänge unzuverlässig sein kann

oder es gibt keine definierbare Gabelung, die Körpergröße wird anhand anderer Maße geschätzt uren (z. B. Scheibenmessungen für Strahlen). Photogrammetrische Längenmessung Messungen werden in der Regel mit einem gewissen Grad an Fehlern vorgenommen, was durchaus der Fall sein kann minimiert, indem Personen gemessen werden, wenn sie sich möglichst nahe an Kameras befinden möglichst mit deutlich sichtbarer Nase und Schwanzgabel, ruhig oder sich langsam bewegend, in einem Winkel <45° senkrecht zu den Kameras und gerade (nicht durch Drehen verbogen). Grenzwerte für die Messung definieren Fehler bei allen Projekten tragen dazu bei, einen genauen und präzisen Körper aufrechtzuerhalten Für Größenschätzungen bieten wir die empfohlene Stereo-Messlänge an Regeln für EventMeasure in den Hintergrundinformationen 5. Wenn Fisch nicht sein kann Innerhalb dieser Parameter gemessen, kann ein „3D-Punkt“ für Anno verwendet werden tation, die den 3D-Standort des Fisches aufzeichnet, um sicherzustellen, dass er sich im Inneren befindet das Probenahmegebiet (Harvey, Fletcher, Shortis & Kendrick, 2004). Cre aßen eine relative Häufigkeitsmetrik, standardisiert auf eine konsistente Stichprobe Fläche, Häufigkeit sollte aus den Längen und 3D-Punkten summiert werden am MaxN für jede Art. Für Biomassenschätzungen: 3D-Punkte pro Bieten Sie eine Grundlage für die Extrapolation eines mittleren Längenwerts für Fische, die dies könnten nicht gemessen werden (Wilson, Graham, Holmes, MacNeil & Ryan, 2018). Wenn man auf große, dicht gepackte Schwärme trifft, gibt es Fische, die das nicht können Die zu messende Fläche sollte 3D-Punkte haben. Wenn es sich um Längen oder 3D-Punkte handelt nicht bei jedem Fisch möglich, einem können mehrere Individuen zugeordnet werden Einzellänge oder 3D-Punkt, es sollte jedoch darauf geachtet werden, den darzustellen Unterschiedliche Körpergrößen innerhalb einer Schule.

2.6.5 | Verhalten

Eine Reihe von Verhaltensbeobachtungen, einschließlich Zeitpunkt der ersten Ankunft, Zeit bis zum ersten Vorschub und Mindestannäherungsabstand, kann ebenfalls berechnet werden kultiert (Coghlan et al., 2017; Goetze et al., 2017).

2.6.6 | Interoperable und reproduzierbare Anmerkungen

Mithilfe von Videobildern können Kommentatoren zusammenarbeiten, um dies sicherzustellen Identifikationen sind konsistent. So eine Bibliothek mit Referenzbildern unterstützt von EventMeasure, hilft bei der Identifizierung und Schulung. Es wird anerkannt, dass einige Gattungen nicht konsistent identifiziert werden können Auf der Artebene werden anhand der Bilddaten Individuen auf Gattungs- und Familienebene erfasst lly-Stufen (z. B. Flachkopf: *Platycephalus* spp.). Für nicht identifizierte Personen: Eine gängige Konvention ist, dass Fische später potenziell identifizierbar sind sind der *Gattung* sp1–10 zugeordnet, dies ermöglicht eine spätere Batch-Umbenennung Stadium, wenn die Art erfolgreich identifiziert wurde. Personen, die eindeutig sind Arten, die für Arten nicht identifizierbar sind, werden als *Gattung* sp. bezeichnet.

2.6.7 | Lebensraumklassifizierung

Informationen zu Relief, Lebensraumtypen und benthischer Zusammensetzung (z Die prozentuale Bedeckung mit Benthos-Arten sollte von jedem De erfasst werden Einsatz (Bennett et al., 2016; Collins et al., 2017), um in zu erleichtern Untersuchung von Fisch-Lebensraum-Beziehungen und zur Ermöglichung der Probenahme Sichtfeld, das für nachfolgende Daten standardisiert oder kontrolliert werden soll

Analyse (McLean et al., 2016). Es ist wichtig, dass diese Daten ein sind werden einheitlich notiert und es wird empfohlen, sie zuzuordnen nach dem CATAMI-Klassifizierungsschema (Althaus et al., 2015) und einer 0–5 Schätzung des benthischen Reliefs (Polunin & Roberts, 1993; Wilson, Graham, & Polunin, 2007). Ein Beispiel für die Zusammensetzung und das Relief des Lebensraums Das Notationsschema wird in einem GitHub-Repository bereitgestellt (Langlois, 2017). Nach vorne gerichtete Bilder können in einer Reihe von Software mit Anmerkungen versehen werden einschließlich TransectMeasure von SeaGIS (seagis.com.au), Benthobox (https://benthobox.com), CoralNet (https://coralnet.ucsd.edu) und Squidle+ (https://squidle.org), die alle geeignete Workflows bereitstellen und vergleichbare Datenausgaben.

2.6.8 | Qualitätskontrolle und Datenkuratierung

Qualitätskontrolle und Datenkuratierung sind von entscheidender Bedeutung, um eine FAIRe Datenarbeit sicherzustellen Strömungen (Wilkinson et al., 2016). Alle Korrekturen sollten innerhalb vorgenommen werden die ursprünglichen Anmerkungsdateien, um die Datenkonsistenz im Laufe der Zeit sicherzustellen. Zur Sicherstellung der Qualitätskontrolle empfehlen wir folgende Vorgehensweisen:

- Annotatoren sollten „Trainings“-Videos mit Arten-IDs absolvieren und MaxN sind bekannt und können zur Beurteilung der Kompetenz herangezogen werden.
- Ein anderer Annotator sollte die MaxN- und Längenmessung vervollständigen Sicherheitsanmerkungen, um eine unabhängige Überprüfung der zu ermöglichen Artenbestimmungen.
- Die Qualitätssicherung sollte von einem erfahrenen Videoanalysten durchgeführt werden oder Forscher und beinhaltet eine zufällige Überprüfung von 10 % der Kommentierten Videos und Daten innerhalb eines Projekts. Wenn die Genauigkeit für alle unter 95 % liegt Identifizierungen und Schätzungen von MaxN, Neuannotation sollte erfolgen unternommen.
- Eindeutige Identifikatoren von Annotatoren und Daten, wann Bilder erstellt wurden Die mit Anmerkungen versehenen Dateien sollten beibehalten werden, um einen Datenprüfpath bereitzustellen (siehe Hintergrundinformationen 4).

r- Workflows und Funktionspakete werden in einem GitHub-Re bereitgestellt pository (Langlois, 2020), um die Validierung mit regionalen Arten zu ermöglichen Listen und wahrscheinliche Mindest- und Höchstgrößen für jede Art.

2.6.9 | Datenspeicherung , Auffindbarkeit und Freigabe

Wir fördern offene Datenrichtlinien und empfehlen die Archivierung und Teilen von Stereo-BRUVs-Anmerkungen zu globalen Biodiversitätsdaten Repositorien wie das Ocean Biogeographic Information System, Global Biodiversity Information Facility und die kürzlich entwickelte Einrichtung Geöffnet von GlobalArchive (globalarchive.org). GlobalArchive ist ein Zen tralisiertes Repository, das den offenen Zugriff und die private Weitergabe von ermöglicht Anmerkungsdaten zu Fischbildern aus Stereo-BRUVs oder ähnlichen Bildern basierte Probenahmetechniken. GlobalArchive ermöglicht Benutzern das Speichern verarbeitet Daten standardisiert und sicher und erstellt Metadaten auffindbar und fördern so die Zusammenarbeit und Synthese von Daten Sets innerhalb der Community of Practice. Wir empfehlen alle Qualität kontrollierte Annotationsdaten und alle damit verbundenen Kalibrierungen, Taxa und

Lebensraumdaten sollten auf GlobalArchive hochgeladen werden, und wir ermutigen dazu Alter, dass alle Daten öffentlich zugänglich gemacht werden sollten Datenoption. Als Beispiel dienen die australischen Standards für Data Man Alterung, Auffindbarkeit und Freigabe werden im Abschnitt „Unterstützend“ bereitgestellt Informationen 6.

3 | ABSCHLUSS

Weltweit nimmt die Nutzung von Stereo-BRUVs rasant zu. Der Stand Die Erweiterung von Stereo-BRUVs-Umfragen und -Annotationen wird dies erleichtern die Synthese vergleichbarer kontinentaler und globaler Daten skaliert und liefert umfangreiche und interoperable Daten, um die Natur zu informieren rales Ressourcenmanagement. Variationen in der Methodik haben Nachteile belastete bisher die Interoperabilität dieser Daten (Whitmarsh et al., 2017) ermutigen wir Forscher zur Standardisierung und zum Austausch Technische Verbesserungen und Probleme über ein etabliertes Online-Portal Forum oder Arbeitsgruppe (Hintergrundinformationen 7).

Erzielung einer konsistenten Feldmethodik und FAIR-Annotation, mit Protokollen zur Datenarchivierung und -freigabe bieten die größte Messlatte rier für die weltweit konsistente Aufnahme und Wirkung von Stereo-BRUVs. Wir bieten ein standardisiertes Protokoll, das den methodischen Aufwand reduziert Unterschiede zwischen den Forschern fördern und den Einsatz von FAIR-Arbeit fördern Flows, um die Fähigkeit zu verbessern, Datensätze zu synthetisieren und a zu beantworten Spektrum ökologischer Fragestellungen.

DANKSAGUNGEN

Die Autoren danken James Seager (SeaGIS.com.au) für Unterstützung mit Software und sowohl James Seager als auch Ray Scott für Stereoanlage und Beratung. Forscher TL, BAG, JW, NB und JM wurden vom Marine Biodiversity Hub unterstützt Finanzierung durch das National Environmental der australischen Regierung Wissenschaftsprogramm. Datenvalidierungsskripte und GlobalArchive.org waren unterstützt von der Australian Research Data Commons, dem Gorgon Vorteile für den Netzschutz von Barrow Island Gorgon Barrow Island Fonds, verwaltet von der Regierung von Westaustralien und dem BHP/UWA-Biodiversität und gesellschaftliche Vorteile eines eingeschränkten Zugangs Bereiche Zusammenarbeit. Dieses Handbuch wurde von GOOS empfohlen Expertengremium für Biologie und Ökosysteme als weltweit anerkannter Bester ausgezeichnet Übung zur Durchführung von Forschungen mit Ködern unter Wasser Stereo-Videosysteme.

AUTORENBEITRÄGE

Alle Autoren haben die Ideen konzipiert und die Methodik entworfen; TL und JG leitete die Erstellung des Manuskripts. Alle Autoren haben Kritik beigesteuert stimmte den Entwürfen zu und erteilte die endgültige Genehmigung zur Veröffentlichung.

PEER-REVIEW

Der Peer-Review-Verlauf für diesen Artikel ist unter <https://publons.com/publon/10.1111/2041-210X.13470>.

ERKLÄRUNG ZUR DATENVERFÜGBARKEIT

Es wurden keine Daten vorgelegt.

ORCID

Tim Langlois <https://orcid.org/0000-0001-6404-4000>
 Jordan Goetze <https://orcid.org/0000-0002-3090-9763>
 Todd Bond <https://orcid.org/0000-0001-6064-7015>
 Jacquomo Mönch <https://orcid.org/0000-0002-1874-0619>
 Rene A. Abesamis <https://orcid.org/0000-0001-7456-1415>
 Jacob Asher <https://orcid.org/0000-0003-3997-8439>
 Neville Barrett <https://orcid.org/0000-0002-6167-1356>
 Anthony TF Bernard <https://orcid.org/0000-0003-0482-6283>
 Phil J. Bouchet <https://orcid.org/0000-0002-2144-2049>
 Matthew J. Birt <https://orcid.org/0000-0003-2233-0716>
 Leanne M. Currey-Randall <https://orcid.org/0000-0002-3772-1288>
 David V. Fairclough <https://orcid.org/0000-0002-9620-5064>
 David Harasti <https://orcid.org/0000-0002-2851-9838>
 Michelle R. Heupel <https://orcid.org/0000-0002-8245-7332>
 Charlie Huvneers <https://orcid.org/0000-0001-8937-1358>
 Daniel Ierodiaconou <http://orcid.org/0000-0002-7832-4801>
 Nathan A. Knott <https://orcid.org/0000-0002-7873-0412>
 Steve Lindfield <https://orcid.org/0000-0002-7933-6206>
 Hamish A. Malcolm <https://orcid.org/0000-0001-7315-1537>
 Dianne McLean <https://orcid.org/0000-0002-0306-8348>
 Mark Meekan <https://orcid.org/0000-0002-3067-9427>
 Stephen J. Newman <https://orcid.org/0000-0002-5324-5568>
 Fernanda A. Rolim <https://orcid.org/0000-0003-3761-3970>
 Benjamin J. Saunders <https://orcid.org/0000-0003-1929-518X>
 Adam NH Smith <https://orcid.org/0000-0003-0059-6206>
 Michael J. Travers <https://orcid.org/0000-0002-3072-1699>
 Sasha K. Whitmarsh <https://orcid.org/0000-0001-8934-2354>
 Joel Williams <https://orcid.org/0000-0002-4173-3855>
 Euan S. Harvey <https://orcid.org/0000-0002-9069-4581>

VERWEISE

- Althaus, F., Hill, N., Ferrari, R., Edwards, L., Przeslawski, R., Schönberg, CHL, ... Gowlett-Holmes, K. (2015). Ein standardisiertes Vokabular zur Identifizierung benthischer Biota und Substrate anhand von Unterwasserbildern: Das CATAMI-Klassifizierungsschema. *PLoS ONE*, 10, e0141039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141039>
- Bennett, K., Wilson, SK, Shedrawi, G., McLean, DL und Langlois, TJ (2016). Können von Tauchern durchgeführte Stereo-Video-Untersuchungen für Fische verwendet werden, um aussagekräftige Daten über benthische Korallenriffgemeinschaften zu sammeln? *Limnologie und Ozeanographie: Methoden*. <https://doi.org/10.1002/lom3.10141>
- Bernard, ATF, & Götz, A. (2012). Köder erhöhen die Präzision der Zählraten aus ferngesteuerten Unterwasservideos für die meisten Gezeitenriffische im Meer warm-gemäßigte Bioregion Agulhas. *Fortschrittsreihe zur Meeresökologie*, 471, 235–252. <https://doi.org/10.3354/meps10039>
- Birt, MJ, Stowar, M., Currey-Randall, LM, McLean, DL und Miller, KJ (2019). Vergleich der Auswirkungen verschiedenfarbiger künstlicher Beleuchtung auf tagaktive Fischbestände in der unteren mesophotischen Zone. *Marine Biology*, 166, 154. <https://doi.org/10.1007/s00227-019-3595-0>
- Boldt, JL, Williams, K., Rooper, CN, Towler, RH, & Gauthier, S. (2018). Entwicklung von Stereokameramethoden zur Verbesserung der Schätzungen der Biomasse pelagischer Fische und zur Information über das Ökosystemmanagement in Meeressgewässern. *Fischereiforschung*, 198, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.10.013>
- Bond, T., Langlois, TJ, Partridge, JC, Birt, MJ, Malseed, BE, Smith, L. & McLean, DL (2018). Diel-Verschiebungen und Lebensraumassoziationen von Fischen Baugruppen auf einer Unterwasserpipeline. *Fischereiforschung*, 206, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.05.011>
- Bond, T., Partridge, JC, Taylor, MD, Langlois, TJ, Malseed, BE, Smith, LD, & McLean, DL (2018). Fisch im Zusammenhang mit einer Unterwasserpipeline und dem angrenzenden Meeresboden des Nordwestschelfs von Westaustralien. *Marine Environmental Research*, 141, 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.08.003>
- Bornt, KR, McLean, DL, Langlois, TJ, Harvey, ES, Bellchambers, LM, Evans, SN, & Newman, SJ (2015). Bestimmte Grundfischarten reagieren unterschiedlich auf den langfristigen Schutz vor der Fischerei auf den Houtman-Abrolhos-Inseln. *Korallenriffe*, 34, 1297–1312. <https://doi.org/10.1007/s00338-015-1336-5>
- Boutros, N., Shortis, MR und Harvey, ES (2015). Ein Vergleich von Kalibriermethoden und Systemkonfigurationen von Unterwasser-Stereovideosystemen für Anwendungen in der Meeresökologie. *Limnologie und Ozeanographie: Methoden*, 13, 224–236. <https://doi.org/10.1002/lom3.10020>
- Cappo, M., De'ath, G., Stowar, M., Johansson, C. & Doherty, P. (2009). *Der Einfluss der Zoneneinteilung (Schließung der Fischerei) auf die Fischgemeinschaften der tiefen Untiefen und Rifffasen des südlichen Great Barrier Reef Marine Park*. Cairns, Australien: Reef and Rainforest Research Centre Limited.
- Cappo, M., Harvey, E. & Shortis, M. (2006). Zählen und Messen von Fischen mit Videotechniken mit Köder – Ein Überblick. In JM Lyle, D. M. Furlani und CD Buxton (Hrsg.), *Proceedings of the 2006 Australian Society of Fish Biology Conference and Workshop Cutting-edge Technologies in Fish and Fisheries Science*. Hobart. August 2006. (S. 101–114)
- Cappo, M., Speare, P. & De'ath, G. (2004). Vergleich von beköderten Unterwasser-Videostationen (BRUVS) und Garnelenschleppnetzen zur Bewertung der Fischartenvielfalt in Gebieten zwischen den Rifften des Great Barrier Reef Marine Park. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302, 123–152. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.10.006>
- Cappo, M., Speare, P., Wassenberg, TJ, Rees, M., Heyward, A. & Pitcher, R. (2001). Einsatz von mit Ködern ausgestatteten Remote-Unterwasser-Videostationen (BRUVS) zur Überwachung von Grundfischen – wie tief und aussagekräftig. In ES Harvey und M. Cappo (Hrsg.), *Direkte Erfassung der Größenhäufigkeit und Häufigkeit von Ziel- und Nichtzielfauna in australischen Fischereien – Ein nationaler Workshop* (S. 63–71). Rottneest Island: Fisheries Research Development Corporation.
- Coghlan, AR, McLean, DL, Harvey, ES, & Langlois, TJ (2017). Beeinflusst das Fischverhalten die Informationen über die Häufigkeit und Länge, die durch Unterwasservideos mit Ködern gesammelt werden? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 497, 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.09.005>
- Collins, DL, Langlois, TJ, Bond, T., Holmes, TH, Harvey, ES, Fisher, R., & McLean, DL (2017). Eine neuartige Stereo-Video-Methode zur Untersuchung der Fisch-Lebensraum-Beziehungen. *Methoden in Ökologie und Evolution/British Ecological Society*, 8, 116–125. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12650>
- Currey-Randall, LM, Cappo, M., Simpfordorfer, CA, Farabaugh, NF, & Heupel, MR (2020). Optimale Einweichzeiten für Unterwasser-Videostationsuntersuchungen von riffassoziierten Elasmobranchen mit Ködern. *PLoS ONE*, 15, e0231688. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231688>
- Dorman, SR, Harvey, ES, & Newman, SJ (2012). Ködereffekte bei der Probenahme von Korallenriff-Fischgruppen mit Stereo-BRUVs. *PLoS ONE*, 7, e41538. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041538>
- Dunbrack, RL (2006). In-situ-Messung der Körperlänge von Fischen mittels perspektivbasiertem Remote-Stereovideo. *Fisheries Research*, 82, 327–331. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.017>
- Fitzpatrick, C., McLean, D. & Harvey, ES (2013). Einsatz künstlicher Beleuchtung zur Überwachung nachtaktiver Riffische. *Fischereiforschung*, 146, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.03.016>
- Foster, SD, Hosack, GR, Lawrence, E., Przeslawski, R., Hedge, P., Caley, MJ, ... Hayes, KR (2017). Räumlich ausgewogene Designs, die ältere Websites integrieren. *Methoden in Ökologie und*

- Evolution/British Ecological Society*, 8, 1433–1442. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12782> Foster, SD,
- Hosack, GR, Monk, J., Lawrence, E., Barrett, NS, Williams, A. & Przeslawski, R. (2019). Räumlich ausgewogene Designs für transektbasierte Erhebungen. *Methoden in Ökologie und Evolution*, 11(1), 95–105. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13321>
- Foster, SD, Monk, J., Lawrence, E., Hayes, KR, Hosack, GR, & Przeslawski, R. (2018). Statistische Überlegungen zur Überwachung und Probenahme. In R. Przeslawski & S. Foster (Hrsg.), *Feldhandbücher für Meeresproben zur Überwachung australischer Gewässer* (S. 23–41). Nationales Umweltwissenschaftsprogramm (NESP). Abgerufen von <https://survey-design-field-manual.github.io/>
- Froese, R. & Pauly, D. (2019). *FishBase*. www.fishbase.org Goetze, JS, Bond, T., McLean, DL, Saunders, BJ, Langlois, TJ, Lindfield, S., ... Harvey, ES (2019). Ein Leitfaden zur Feld- und Videoanalyse für von Tauchern betriebenes Stereovideo. *Methoden in Ökologie und Evolution*, 10, 1083–1090. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13189> Goetze, JS, Januchowski-Hartley, FA, Claudet, J., Langlois, TJ, Wilson, S.
- K. & Jupiter, SD (2017). Die Vorsicht gegenüber Fischen ist ein empfindlicherer Indikator für Änderungen des Fischereidrucks als die Häufigkeit, Länge oder Biomasse. *Ökologische Anwendungen*, 27, 1178–1189. <https://doi.org/10.1002/eap.1511>
- Goetze, JS, Jupiter, SD, Langlois, TJ, Wilson, SK, Harvey, ES, Bond, T. & Naisilisili, W. (2015). Von Tauchern gesteuerte Videokameras erfassen die Auswirkungen des Fischfangs innerhalb regelmäßig abgeernteter Schließungen am genauesten. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 462, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.10.004> Gomes-Pereira, JN, Auger, V., Beisiegel, K., Benjamin, R., Bergmann, M., Bowden, D., ... Santos, RS (2016). Aktuelle und zukünftige Trends in der Software zur Annotation von Meeresbildern. *Fortschritte in der Ozeanographie*, 149, 106–120. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.07.005> Gray, AE, Williams, ID, Stamoulis, KA, Boland, RC, Lino, KC, Hauk, BB, ...
- Kosaki, RK (2016). Ein Vergleich der von Tauchern mit offenem und geschlossenem Kreislauf gesammelten Daten zur Riffschichtuntersuchung zeigt Unterschiede in Gebieten mit höherem Fischereidruck. *PLoS ONE*, 11, e0167724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167724> Harasti, D., Malcolm, H., Gallen, C., Coleman, MA, Jordan, A. & Knott, NA (2015). Angemessene Setzzeiten zur Darstellung von Mustern felsiger Riffische mithilfe von Ködervideos. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 463, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.12.003>
- Hardinge, J., Harvey, ES, Saunders, BJ und Newman, SJ (2013). Ein kleiner Köder reicht weit: Der Einfluss der Ködermenge auf eine Fischgruppe aus gemäßigten Klimazonen, die mit Stereo-BRUVs beprobt wurde. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 449, 250–260. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.09.018> Harman, N., Harvey, ES, & Kendrick, GA (2003). Unterschiede bei Fischen als Ansammlungen verschiedener Rifflebensräume in der Hamelin Bay im Südwesten Australiens. *Meeres- und Süßwasserforschung*, 54, 177–184. <https://doi.org/10.1071/MF02040> Harvey, ES, Cappo, M., Butler, J., Hall, N. & Kendrick, G. (2007) .
- Die Köderanziehung beeinflusst die Leistung entfernter Unterwasser-Videostationen bei der Beurteilung der Struktur der Grundfischgemeinschaft. *Fortschrittsreihe zur Meeresökologie*, 350, 245–254. <https://doi.org/10.3354/meps07192>
- Harvey, ES, Cappo, M., Kendrick, GA, & McLean, DL (2013). Ansammlungen von Küstenfischen spiegeln geologische und ozeanografische Gradienten innerhalb eines australischen Zootons wider. *PLoS ONE*, 8, e80955. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080955>
- Harvey, E., Fletcher, D. & Shortis, M. (2001). Verbesserung der statistischen Aussagekraft von Längenschätzungen von Riffischen: Ein Vergleich von Schätzungen, die visuell von Tauchern ermittelt wurden, mit Schätzungen, die von einem Stereovideosystem erstellt wurden. *Fishery Bulletin-National Oceanic and Atmospheric Administration*, 99, 72–80.
- Harvey, E., Fletcher, D., Shortis, MR und Kendrick, GA (2004). Ein Vergleich der Schätzungen der Sichtweite unter Wasser durch Tauchen
- Taucher und ein Stereo-Videosystem: Auswirkungen auf die visuelle Unterwasserzählung des Riffschichtreichtums. *Meeres- und Süßwasserforschung*, 55, 573–580. <https://doi.org/10.1071/MF03130> Harvey, ES, Goetze, JS, McLaren, B., Langlois, T. & Shortis, MR (2010). Einfluss von Reichweite, Blickwinkel, Bildauflösung und Bildkomprimierung auf Unterwasser-Stereovideomessungen: Videokameras mit hoher Auflösung und Broadcast-Auflösung im Vergleich. *Zeitschrift der Marine Technology Society*, 44, 75–85. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.44.1.3> Harvey, ES, Santana-Garcon, JS, Goetze, JS, Saunders, BJ, & Cappo, M. (2018). Der Einsatz stationärer Unterwasservideos zur Beprobung von Haien. In JC Carrier, MR Heithaus und CA Simpfendorfer (Hrsg.), *Shark Research: Emerging Technologies and Applications for the Field and Laboratory* (S. 111–132). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Harvey, E. & Shortis, M. (1995). Ein System zur Stereo-Video-Messung von Gezeitenorganismen. *Zeitschrift der Marine Technology Society*, 29, 10–22.
- Harvey, ES, & Shortis, MR (1998). Kalibrierungsstabilität eines Unterwasser-Stereo-Videosystems: Auswirkungen auf die Messgenauigkeit und -präzision. *Zeitschrift der Marine Technology Society*, 32, 3.
- Heyns-Veale, ER, Bernard, ATF, Richoux, NB, Parker, D., Langlois, TJ, Harvey, ES, & Götz, A. (2016). Tiefe und Lebensraum bestimmen die Zusammensetzungsstruktur der warm-gemäßigten Riffische Südafrikas. *Meeresbiologie*, 163, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s00227-016-2933-8>
- Hill, NA, Barrett, N., Ford, JH, Peel, D., Foster, S., Lawrence, E., ... Hayes, KR (2018). Entwicklung von Indikatoren und einer Grundlage für die Überwachung von Grundfischen in datenarmen Offshore-Meeresparcs mithilfe probabilistischer Stichproben. *Ökologische Indikatoren*, 89, 610–621. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.039>
- Langlois, TJ (2017). Habitatanmerkung von nach vorne gerichteten benthischen Bildern. Abgerufen von <https://github.com/TimLanglois/Habitat-annotation-of-forward-facing-benthic-imagery>
- Langlois, TJ (2020). Workflows für Stereo- oder Mono-Videoanmerkungen. Abgerufen von <https://github.com/UWAMEGFisheries/Stereo-or-mono-video-annotation-workflows>
- Langlois, TJ, Fitzpatrick, BR, Fairclough, DV, Wakefield, CB, Hesp, SA, McLean, DL, ... Meeuwig, JJ (2012). Ähnlichkeiten zwischen Schnurfischen und Stereovideoschätzungen der Länge und Häufigkeit mit Ködern: Neuartige Anwendung von Schätzungen der Kerneldichte. *PLoS ONE*, 7, e45973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045973>
- Langlois, TJ, Harvey, ES, & Meeuwig, JJ (2012). Starke direkte und inkonsistente indirekte Auswirkungen der Fischerei mithilfe von Stereovideos: Testen von Indikatoren aus Fischereischließungen. *Ökologische Indikatoren*, 23, 524–534. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.04.030> Langlois, TJ, Newman, SJ, Cappo, M., Harvey, ES, Rome, BM, Skepper, CL, & Wakefield, CB (2015). Längenselektivität kommerzieller Fischfallen, bewertet anhand von In-situ-Vergleichen mit Stereovideos: Gibt es Hinweise auf eine Stichprobenverzerrung? *Fischereiforschung*, 161, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.06.008> Langlois, TJ, Radford, BT, Van Niel, KP, Meeuwig, JJ, Pearce, A.
- F., Rousseaux, CSG, ... Harvey, ES (2012). Konsistente Häufigkeitsverteilungen von Meeresfischen in einer alten, klimatisch gepufferten, unfruchtbaren Meereslandschaft: Häufigkeitsverteilungen von Fischen in stabilen Meereslandschaften. *Global Ecology and Biogeography*, 21, 886–897. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00734.x>
- Lindfield, SJ, Harvey, ES, McIlwain, JL und Halford, AR (2014). Stille Fischuntersuchungen: Blasenfreies Tauchen macht Ungenauigkeiten deutlich, die mit tauchgestützten Untersuchungen in stark befischten Gebieten verbunden sind. *Methoden in Ökologie und Evolution*, 5, 1061–1069. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12262>
- Malcolm, HA, Schultz, AL, Sachs, P., Johnstone, N. & Jordan, A. (2015). Dekadische Veränderungen in der Häufigkeit und Länge des Schnappers (*Chrysophrys auratus*) in subtropischen Meeresschutzgebieten. *PLoS ONE*, 10, e0127616. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127616>
- Marini, S., Fanelli, E., Sbragaglia, V., Azzurro, E., Del Rio Fernandez, J. & Aguzzi, J. (2018). Verfolgung des Fischreichtums anhand von Unterwasserbildern

- Erkennung. *Wissenschaftliche Berichte*, 8, 13748. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32089-8>
- McLean, DL, Langlois, TJ, Newman, SJ, Holmes, TH, Birt, MJ, Bornt, KR, ... Fisher, R. (2016). Verbreitung, Häufigkeit, Vielfalt und Lebensraumgemeinschaften von Fischen in einer Bioregion, die eine rasche Küstenentwicklung erlebt. *Mündungs-, Küsten- und Schelfwissenschaft*, 178, 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.05.026> Myers, EMV, Harvey, ES, Saunders, BJ, & Travers, MJ (2016).
- Feine Muster in der Tag-, Nacht- und Dämmerungszusammensetzung einer Riffischgruppe aus gemäßigten Klimazonen. *Meeresökologie*, 37(3), 668–678. <https://doi.org/10.1111/maec.12336>
- Olsen, AM, & Westneat, MW (2015). StereoMorph: Ein R-Paket für die Sammlung von 3D-Landmarken und -Kurven mithilfe eines Stereokamera-Setups. *Methoden in Ökologie und Evolution*, 6(3), 351–356. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12326> Polunin, NVC, & Roberts, CM (1993). Größere
- Biomasse und größerer Wert der Zielkorallenriffische in zwei kleinen karibischen Meeresschutzgebieten. *Fortschrittsreihe zur Meeresökologie*, 100, 167–176. <https://doi.org/10.3354/meps100167> Priede, IG, Bagley, PM, Smith, A., Creasey, S. & Merrett, NR (1994).
- Suche nach tiefen Grundfischen in der Porcupine Seabight im Nordostatlantik: Beobachtungen mit Köderkamera, Reuse und Schleppnetz. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74, 481–498. <https://doi.org/10.1017/S0025315400047615> Schobernd, ZH, Bacheleer, NM, & Conn, PB (2013). Untersuchung des Nutzens alternativer Videoüberwachungsmetriken zur Indexierung des Riffischreichtums. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71, 464–471. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0086> Shortis, MR, & Harvey, ES (1998). Entwurf und Kalibrierung eines Unterwasser-Stereovideosystems zur Überwachung von Meeresfaunapopulationen. *Internationale Archive für Photogrammetrie und Fernerkundung*, 32, 792–799.
- Shortis, M., Harvey, E. & Abdo, D. (2009). Ein Überblick über die Altersmessung von Unterwasser-Stereobildern für Anwendungen in der Meeresbiologie und -ökologie: Ein jährlicher Überblick. *Jahresrückblick über Ozeanographie und Meeresbiologie*, 47, 257–292.
- Smith, ANH, Anderson, MJ und Pawley, MDM (2017). Könnten Ökologen zufälliger sein? Einfache Alternativen zur willkürlichen räumlichen Abtastung. *Ecography*, 40, 1251–1255. <https://doi.org/10.1111/ecog.02821> Speed, CW, Rees, MJ, Cure, K., Vaughan, B., & Meekan, MG (2019).
- Der Schutz vor illegaler Fischerei und die Erholung der Haie führen zu einer Neustrukturierung der Meso-Raubfischgemeinschaften an einem Korallenriff. *Ökologie und Evolution*, 9, 10553–10566. <https://doi.org/10.1002/ece3.5575> Stat, M., John, J., DiBattista, JD, Newman, SJ, Bunce, M. & Harvey, ES (2019). Kombiniertes Einsatz von eDNA-Metabarcoding und Video Überwachung zur Bewertung der Artenvielfalt der Fische. *Conservation Biology*, 33, 196–205. <https://doi.org/10.1111/cobi.13183> Watson, DL, Harvey, ES, Anderson, MJ und Kendrick, GA (2005).
- Ein Vergleich von Riffischbeständen gemäßigter Klimazonen, aufgenommen mit drei Unterwasser-Stereovideotechniken. *Meeresbiologie*, 148, 415–425. <https://doi.org/10.1007/s00227-005-0090-6>
- Wellington, CM, Harvey, ES, Wakefield, CB, Langlois, TJ, Williams, A., White, WT und Newman, SJ (2018). Höhepunkt der Biomasse, die von Meso-Raubtieren mit größeren Körpern in Grundfischgemeinschaften zwischen Schelf- und Hanglebensräumen an der Spitze einer Unterwasserschucht im südöstlichen Indischen Ozean erzeugt wird. *Kontinentalschelfforschung*, 167, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.08.005> Whitmarsh, SK, Fairweather, PG, & Huvneers, C. (2017). Was hat Big BRUVver vor? Methoden und Verwendung von Unterwasservideos mit Ködern. *Rezensionen in Fish Biology and Fisheries*, 27, 53–73. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9450-1>
- Wilkinson, MD, Dumontier, M., Aalbersberg, IJJ, Appleton, G., Axton, M., Baak, A., ... Mons, B. (2016). Die FAIR-Leitprinzipien für wissenschaftliches Datenmanagement und -verwaltung. *Wissenschaftliche Daten*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- Wilson, SK, Graham, NAJ, Holmes, TH, MacNeil, MA und Ryan, NM (2018). Visuelle versus Videomethoden zur Schätzung der Biomasse von Riffischen. *Ökologische Indikatoren*, 85, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.038>
- Wilson, SK, Graham, NAJ und Polunin, NVC (2007). Bewertung visueller Beurteilungen der Lebensraumkomplexität und der benthischen Zusammensetzung an Korallenriffen. *Meeresbiologie*, 151, 1069–1076. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0538-3>

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN

Weitere unterstützende Informationen finden Sie online im Abschnitt „Unterstützende Informationen“.

So zitieren Sie diesen Artikel: Langlois T, Goetze J, Bond T, et al.

Eine Anleitung zur Feld- und Videoanmerkung für Köderfernbedienungen

Unterwasser-Stereovideountersuchungen von Grundfischen

Assemblagen. *Methoden Ecol Evol*. 2020;11:1401–1409. [https://](https://doi.org/10.1111/2041-210X.13470)

doi.org/10.1111/2041-210X.13470