

Aufsatz

Sarah Kirchberger*

Chinas Fähigkeiten im Bereich der Unterwasser-Seekriegsführung: Technologische Aspekte

<https://doi.org/10.1515/sirius-2024-4003>

Kurzfassung: Die Flottenrüstung der Volksrepublik Chinas schreitet mit enormer Dynamik voran. Chinas Marine verfügt bereits heute über mehr Schiffe als die US Navy, und auch die Kapazität der chinesischen Marineschiffbau-Infrastruktur übertrifft diejenige der USA. Noch gibt es einen qualitativen Vorsprung der amerikanischen Seestreitkräfte gegenüber China, aber der Wille ist eindeutig zu erkennen, den Vereinigten Staaten den Rang als wichtigste Seemacht abzulassen.

Das technologische Gefälle zwischen China und den USA war in der Vergangenheit insbesondere im Bereich der Unterwasser-Seekriegsführung immens, wird aber aufgrund zielgerichteter Anstrengungen der chinesischen Seite stetig kleiner. Treiber dieser Bemühungen ist die in China wahrgenommene militärstrategische Notwendigkeit, die für U-Boot-Operationen bestehenden geographischen Nachteile Chinas auszugleichen.

Der Beitrag befasst sich vertieft mit dem aktuell erreichten technologischen Entwicklungsstand von Chinas Unterwasser-Seekriegsführung. Er vermittelt einen knappen Überblick über technologische Engpässe und Durchbrüche, industrielle Kapazitäten sowie Forschung und Entwicklung (F&E) in für Unterwasser-Seekriegsführung relevanten Feldern. Eine Schlüsselfrage für die weitere Entwicklung wird das das Potenzial für eine vertiefte Zusammenarbeit Chinas mit Russland sein.

Schlüsselwörter: China, maritime Rüstung, Unterwasser-Seekriegsführung, Dual-use-Technologien, Wissenschaftsaustausch

Abstract: The PRC's naval build-up is progressing with enormous momentum. In terms of hulls, the PLA Navy is already larger than the U. S. Navy, and the build capacity of China's naval shipbuilding infrastructures also exceeds that of the USA. While American naval forces will retain a qualitative

edge for the foreseeable future, China's will to overtake the United States as the preeminent naval power is apparent.

In past decades, the technological gap between China and the USA has been particularly large in the field of undersea warfare, but is now steadily narrowing due to determined efforts on the Chinese side. A driving force behind China's recent focus on undersea warfare development is the perceived military-strategic need to compensate for China's geographical disadvantages affecting submarine operations.

This article takes an in-depth look at the current technological developments affecting Chinese undersea warfare. It provides a concise overview of technological bottlenecks and breakthroughs, industrial capacities, and research and development (R&D) in fields relevant to undersea warfare. A key issue for future development will be the potential for deeper cooperation between China and Russia in this field.

Keywords: China, naval armament, undersea warfare, dual-use technologies, scientific exchange

1 Einleitung

Die Flottenrüstung der Volksrepublik Chinas wird in der westlichen Welt seit Jahren mit wachsender Besorgnis registriert.¹ Im Mittelpunkt steht dabei der enorme Zulauf an Überwasser-Marineschiffen, darunter auch Flugzeugträger. China verfügt bereits heute über mehr Einheiten als die US-Marine, und auch die Kapazität der chinesischen Marineschiffbau-Infrastruktur übertrifft diejenige der USA.² Noch gibt es einen qualitativen Vorsprung der amerikanischen Seestreitkräfte gegenüber China, aber der Wille ist eindeutig zu erkennen, den Vereinigten Staaten den Rang der

*Kontakt: Dr. Sarah Kirchberger, Wissenschaftliche Direktorin, Institut für Sicherheitspolitik an der Universität Kiel; E-Mail: Skirchberger@ispk.uni-kiel.de

1 Siehe Kirchberger 2015; Nick Childs und Tom Waldwyn: China's Naval Shipbuilding Delivering on Its Ambition in a Big Way, *Military Balance Blog*, IISS, 01.05.2018, <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2018/05/china-naval-shipbuilding>; Tom Sharpe: China's navy is now growing at terrifying speed, *The Telegraph*, 29.04.2024.

2 China Power Team: How is China Modernizing its Navy?, *CSIS China Power Project Feature*, 17.12.2018. Updated 09.11.2023, <https://chinapower.csis.org/china-naval-modernization/>.

wichtigsten Seemacht abzulaufen. Dabei ist der Bereich der Unterwasser-Seekriegsführung ein bisher vergleichsweise weniger stark beachteter Aspekt von Chinas Marinerüstung geblieben. Auf diesem Gebiet hatte China traditionell Schwächen, allerdings haben sich Chinas Möglichkeiten in den vergangenen Jahren beträchtlich erweitert, weil neue Technologien, Systeme und operative Fähigkeiten hinzugekommen sind.³

Die Stärkung der Unterwasser-Seekriegsführung genießt in China mittlerweile höchste politische Unterstützung und umfassende Finanzierung; die chinesische Regierung hat dem Aufbau einer U-Boot-Flotte von Weltrang anscheinend hohe Priorität eingeräumt. Strategische U-Boote gelten als unabdingbar für den Aufbau einer vollständigen nuklearen Triade, und Jagd-U-Boote leisten im Rahmen der Doktrin der „aktiven Verteidigung“ im Konfliktfall einen bedeutenden Beitrag dazu, gegnerischen Kriegsschiffen den Zugang zu Chinas küstennahen Seegebieten zu verwehren. Dies ist im Kontext der sich verschärfenden Spannungen um Taiwan zu sehen: chinesische Militäranalysten schätzen die Gefahr durch amerikanische U-Boote für China im Konfliktfall wahrscheinlich zurecht als besonders hoch ein.⁴ Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen werden, dass die starke politische Unterstützung für den Ausbau der chinesischen Unterwasser-Seekriegsführung auch in Phasen geringeren Wirtschaftswachstums anhalten wird.

In der folgenden Analyse soll ein knapper Überblick über technologische Engpässe und Durchbrüche, industrielle Kapazitäten sowie chinesische Forschung und Entwicklung (F&E) im Bereich der Unterwasser-Seekriegsführung gegeben werden. Einschränkend ist anzumerken, dass derartige Aktivitäten insbesondere in China zu den am besten geschützten militärischen Wissensgebieten gehören. Offen verfügbare Informationen sind daher nur eingeschränkt verfügbar. Als Quellen der untenstehenden Analyse dienen fachwissenschaftliche Handbücher, teils auf Satellitenbilderauswertungen und anderen visuellen Daten wie Fotos und Videos basierende *open-source intelligence* (OSINT) von internationalen Militärbeobachtern; Artikel in chinesischen technischen Fachzeitschriften; westliche, chinesische und russische Zeitungsartikel; offizielle Homepages und Stellenausschreibungen von chinesischen Technologie-Unternehmen und Forschungsinstituten; Produktbroschüren und Firmenpräsentationen, die auf Rüstungsmessen und bei maritimen Sicherheitskonferenzen eingesammelt wurden; sowie öffentlich zugängliche Interviews und eigene anonymisierte Hintergrundgespräche mit

Praktikern aus Industrie und Militärkreisen.⁵ Als geheim eingestufte Erkenntnisse über die Leistungsfähigkeit chinesischer U-Boote und U-Jagd [ASW]-Systeme, über die westliche Streitkräfte verfügen und die aus direkten Begegnungen, technischen Messungen sowie anderen Arten der Aufklärung stammen, waren der Autorin nicht zugänglich, ebenso wenig interne chinesische Bewertungen der Qualität und Leistungsfähigkeit eigener Systeme im Vergleich mit westlichen oder russischen Technologien. Die resultierende Wissenslücke ist vermutlich beträchtlich, und diese Unsicherheit sollte beim Lesen der Analyse berücksichtigt werden. Dennoch lassen sich auch mit dem vorhandenen, auf öffentlichen Quellen basierenden lückenhaften Kenntnisstand zumindest näherungsweise Befunde zum technologischen Entwicklungsstand der chinesischen Unterwasser-Seekriegsführung formulieren.

2 Technische Grundlagen der Unterwasser-Seekriegsführung – die USA und China im Vergleich

Zu den wichtigsten Technologien mit Bedeutung für die Unterwasser-Seekriegsführung gehören etwa hydrodynamisch optimierte Druckkörper, konventionelle und nukleare Antriebssysteme, Energiespeichersysteme mit hoher Energiedichte sowie Technologien zur Reduzierung von Geräuschemissionen und anderer Signaturen. Notwendig für die Unterwasser-Seekriegsführung sind darüber hinaus Navigations-, Kommunikations- und Sensorsysteme (etwa aktive und passive Sonare) sowie Waffensysteme, darunter Torpedos, Minen und zukünftig auch Unterwasser-Drohnen. Aber auch das Detektieren von U-Booten (U-Jagd bzw. *anti-submarine warfare*, ASW) benötigt eine Vielzahl von Technologien, darunter ASW-Hubschrauber und Seefernaufklärer sowie Sensoren, die von anderen U-Booten, Überwasserschiffen oder Fluggeräten aus eingesetzt werden (Tauchsonare, Schleppsonare, Sonarbojen). Auch statische, also fest am Meeresboden verankerte Hydrophon-Netze zur Überwachung des U-Boot-Verkehrs durch maritime Engstellen, wie das legendäre amerikanische *Sound Surveillance*

³ Vgl. Carlson/Wang 2023 und Dahm/Zhao 2023.

⁴ Wang/Yu/Zhang 2022, 80.

⁵ Vgl. hierzu die deutlich detailliertere Analyse in Kirchberger 2023b, die auf einem Konferenzpapier der Verfasserin zu einer Fachtagung zu Chinas U-Boot-Bau im April 2023 am U. S. Naval War College aufbaut. Der vorliegende Artikel basiert darauf sowie auf einem Sachverständigen-Gutachten der Verfasserin während einer Anhörung der U. S.-China Economic and Security Commission des US-Kongresses am 13. April 2023 in Washington DC (Kirchberger 2023a).

System (SOSUS) zur Überwachung der Grönland-Island-UK-Lücke (GIUK Gap) sind wichtige Komponenten einer vernetzten U-Jagd. Seit einiger Zeit werden zudem unbemannte Unterwasserfahrzeuge (UUVs), also getaucht operierende Drohnen, zur Unterstützung sogenannter multistatischer U-Jagd entwickelt. Ziel all dieser Maßnahmen ist, eine Vielzahl von Ortungstechnologien zugleich vernetzt einzusetzen und aus deren immensen Daten-Output durch den Einsatz von KI-Algorithmen in Nahezu-Echtzeit ein maritimes Unterwasser-Lagebild herauszufiltern.⁶

Die an U-Boot-Entwicklung beteiligten Industriezweige hatten in China während des größten Teils ihrer Geschichte nur sehr begrenzten Zugang zu fortschrittlichen ausländischen Technologien. Zwischen 1950 und ca. 1960 war die Sowjetunion Chinas einzige Quelle von damals bereits veralteter Technik. Die dieselelektrischen Boote des Typs 035A (Ming-Klasse), die China auf dieser Grundlage produzierte, erwiesen sich als relativ unfallträchtig.⁷ Zwischen 1980 und 1989 erhielt China kurzzeitig Zugang zu einigen moderneren westlichen Technologien, etwa amerikanischen und französischen Sonaren und U-Jagd-Hubschraubern, deutschen Schiffsdieseln (MTU) sowie schwedischer Stirling-Motor-Technologie, die dann in einem langwierigen F&E-Prozess zu einem eigenen AIP-Antriebssystem weiterentwickelt und erstmals in die U-Boote des Typs 039B (Yuan-Klasse) integriert wurde.⁸ Durch ein westliches Waffenembargo als Reaktion auf das Massaker auf dem Platz des Himmlischen Friedens am 4. Juni 1989 verlor China den Zugang zu westlicher Waffentechnologie wieder, abgesehen von einigen

Dual-Use-Feldern. So wirkte das Embargo sich nicht negativ auf die Lieferung weiterer deutscher Schiffsdiesel aus und beeinträchtigte auch nicht die Weitergabe von westlichen ozeanografischen und hydrografischen Forschungsgeräten, die z. B. für die Kartierung des Meeresgrunds benötigt werden.

Im Anschluss an den Zerfall der Sowjetunion erhielt China ab 1992 wieder Zugang zu russischer Technologie aus der späteren Sowjet-Ära. China importierte in der Folge mehrere Lose von U-Booten der Kilo-Klasse (Pr. 877 EKM und Pr. 636/636M). Mit diesen Booten kamen zahlreiche bis dahin in China noch nicht vorhandene Technologien ins Land, und moderne chinesische Weiterentwicklungen z. B. von Sonargeräten basieren zum größten Teil auf diesem Import. Weiterhin hat anscheinend das russische *Rubin Design Bureau* China beratend bei der Konstruktion von Atom-U-Booten unterstützt.

2.1 Maritime Geographie als Treiber der U-Boot-Entwicklung

Das technologische Gefälle zwischen China und den USA im Bereich der Unterwasser-Seekriegsführung war in der Vergangenheit immens, wird aber aufgrund zielgerichteter Anstrengungen der chinesischen Seite stetig kleiner. Treiber dieser Bemühungen ist die in China wahrgenommene, starke militärstrategische Notwendigkeit, die für U-Boot-Operationen bestehenden geographischen Nachteile Chinas auszugleichen.

Dies gilt insbesondere für die großen, nuklear angetriebenen strategischen U-Boote, die Chinas seegestützte nukleare Abschreckung sicherstellen sollen. Diese müssten, um diese Funktion durch glaubwürdige Bedrohung des gesamten nordamerikanischen Kontinents zu erfüllen, unbemerkt die stark überwachten Engstellen in der „Ersten Inselkette“ passieren, um von der chinesischen Küste aus in tiefen pazifischen Gewässern patrouillieren zu können. Nach jetzigem Kenntnisstand ist dies für China aktuell noch nicht realisierbar; die relativ lauten chinesische Boote würden an diesen Engstellen umgehend detektiert und von da an verfolgt und überwacht werden. Die von der chinesischen Küste aus direkt erreichbaren Seegebiete wiederum – insbesondere das im Norden gelegene Bohai, das südlich davon gelegene Gelbe Meer sowie in geringerem Maße auch das südlich davon gelegene Ostchinesische Meer – bestehen aus relativ flachen Gewässern auf dem bis zur Ersten Inselkette reichenden Festlandsockel und sind für den Einsatz großer strategischer U-Boote ähnlich ungeeignet wie die europäische Ostsee (s. Abbildung 1).

⁶ Ein multistatisches U-Jagd-System besteht aus einer Kombination von aktiven und passiven Sonar-Sensoren, die an verschiedenen Orten platziert sind und kombiniert eingesetzt werden. Ein solches Sensornetzwerk kann z. B. ein aktives Sonar (ein Bugsonar im Rumpf eines Überwasserschiffs oder ein Schleppsonar), ein passives Sonar, das von einem anderen Schiff, einem Helikopter oder einem autonomen Unterwasserfahrzeug (AUV) geschleppt wird, Sonarbojen sowie fest verankerte Hydrophone umfassen, deren Daten laufend gesammelt und integriert ausgewertet werden. Dies bietet gegenüber traditioneller „monostatischer“ U-Jagd diverse Vorteile, u. a. den Vorteil hervorragender Triangulation der Zielposition, bessere Tarnung der Empfangsplattform(en) usw., erfordert aber auch hohe Rechenleistung und stabile Datenlinks. Siehe NATO CMRE: The Multistatic Sonar Links, 22.8.2018, <https://www.cmre.nato.int/news-room/former-achievements/466-multistatic-sonar-systems>.

⁷ John Pomfret: Chinese Submarine Accident Kills 70, *Washington Post*, 3.5.2003

⁸ 中国AIP 潜艇为何强：发动机功率超国外117% („Darum ist Chinas AIP-U-Boot so leistungsstark: Seine Motorleistung übertrifft die anderer Länder um 117 %“), 军事要闻观察网 (Military News Observer Network), 05.05.2015, archiviert verfügbar unter <https://web.archive.org/web/20150726040029/http://news.qq.com/a/20150505/050443.htm>.

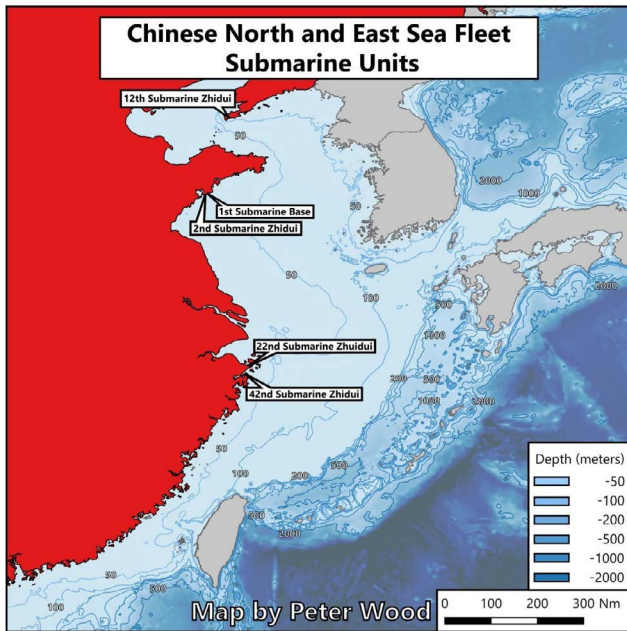


Abbildung 1: Wassertiefen im Bohai, Gelben Meer und Ostchinesischen Meer

Durch diese naturräumlichen Bedingungen sind chinesische nukleare Raketen-U-Boote in Bezug auf ihre Überlebensfähigkeit gegenüber US-amerikanischen und mit ihnen verbündeten U-Jagd-Kräften auf der Ersten Inselkette (Südkorea, Japanische Hauptinseln, Okinawa, Taiwan) klar im Nachteil. Was die Territorialverteidigung anbelangt, bieten die seichten chinesischen Küstengewässer jedoch wiederum günstigere Bedingungen für den Einsatz kleinerer, schwer zu ortender konventionell betriebener U-Boote.

Tieferes Wasser finden Chinas strategische U-Boote nur im Südchinesischen Meer vor. Dort ist China bestrebt, südlich von dem Marinestützpunkt auf der Insel Hainan ein Sanktuarium für strategische U-Boote abzusichern (s. Abbildung 2).

Die begrenzte Reichweite der chinesischen U-Boot-gestützten *JL-2*-Rakete von ca. 7.200 km hat chinesische SSBNs bislang daran gehindert, von ihren Patrouillengebieten in chinesischen Küstengewässern aus das US-amerikanische Festland glaubwürdig bedrohen zu können. Dies könnte sich ändern, sollten chinesische SSBNs die Fähigkeit erlangen, in Patrouillengebiete des mittleren Pazifiks hineinzufahren, ohne bei der Passage durch die Erste Inselkette von US-amerikanischen und alliierten U-Jagd-Sensoren erfasst zu werden.⁹ Alternativ könnte dies der Fall sein, wenn es China

gelänge, die jüngst entwickelte Interkontinentalrakete mit deutlich größerer Reichweite *JL-3* innerhalb stark verteilter U-Boot-Schutzzonen im Südchinesischen Meer einzusetzen.¹⁰ Theoretisch ließe sich Chinas Reichweiten-Problem auch durch Nutzung der russischen U-Boot-Bastion in der Arktis als Standort für chinesische SSBNs lösen, da von dort aus das gesamte nordamerikanische Festland auch mit einer Rakete kürzerer Reichweite unter Beschuss genommen werden kann. Dass China grundsätzlich an einem Stützpunkt in der Arktis interessiert wäre, lassen mehrere Aufsätze in Fachzeitschriften aus jüngerer Vergangenheit vermuten, die sich ausdrücklich mit den Schwierigkeiten der Konstruktion und des Betriebs von U-Booten für Einsätze in arktischen und eisbedeckten Gewässern befassen.¹¹ Andernfalls ist schwer erklärlich, warum China auf diesem Gebiet forschen sollte; auch wenn sich die VR China selbst als einen „near-arctic state“ definiert hat, so liegt ihr nördlichster Punkt auf 53.550°N (also der geographischen Breite von Hamburg).

Ein arktisches Einsatzkonzept für chinesische U-Boote hätte erhebliche nuklearstrategische Auswirkungen auch auf die NATO. Es wäre von der Erlaubnis und direkten Unterstützung Russlands abhängig und könnte nur realisiert werden, wenn Russland dies als in seinem eigenen strategischen Interesse liegend einschätzt.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang eine seit einigen Jahren laufende, intensive Forschungskooperationen zwischen militärnahen chinesischen F&E-Institutionen (z. B. der *Harbin Engineering University*) und russischen Pendanten im sensiblen Technologiegebiet der hydroakustischen Kommunikation und der Entwicklung von Glasfaser-Hydrophonen ausdrücklich für den Einsatz unter dem arktischen Eis. Sogenannte „China-Russia Polar Acoustics Symposiums“ finden mindestens seit Mitte 2019 regelmäßig statt; an ihnen nehmen jedes Mal über 100 russische und chinesische Experten aus mindestens 30 militärnahen Forschungseinrichtungen und Unternehmen teil. Dies deutet auf eine erstaunliche Offenheit seitens Russlands hin, auf diesem sensiblen Gebiet mit China zu kooperieren.¹² Ungeachtet eines damit zusammenhängenden prominenten Spionagefalls, in dem ein russischer Forscher wegen der Weitergabe von sensiblen Informationen zur

9 Kristensen/Norris 2016, 209.

10 Carlson/Wang 2023, 18.

11 Vgl. z. B. Ye/Wang/Gou/Chang 2018; Ye/Wang/Chang/Zhang 2018, sowie Huang 2020.

12 Für weiterführende Informationen über die beteiligten Organisationen vgl. Jüris 2022, 189–90 und 192–195.

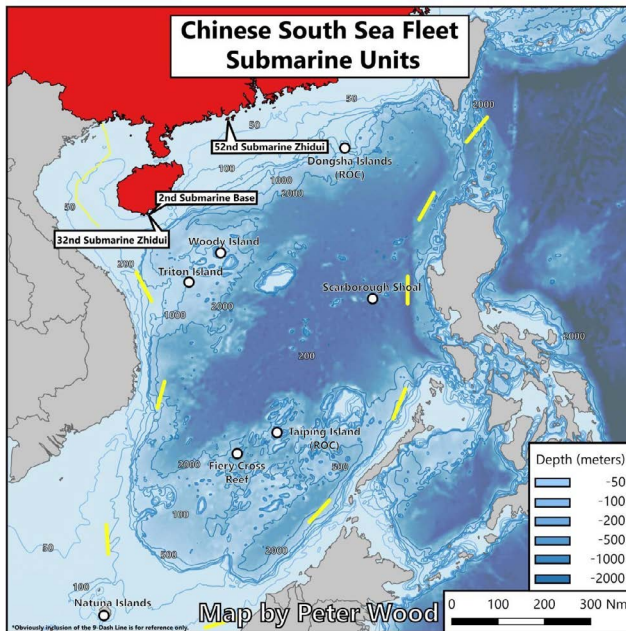


Abbildung 2: Wassertiefen im Südchinesischen Meer

Unterwasserortung an China angeklagt wurde,¹³ spricht dies für eine institutionalisierte und nicht bloß fallweise Zusammenarbeit.

Ein weiteres Indiz, dass Russland sich gegenüber einer chinesischen (para-)militärischen Präsenz in der Arktis gegenüber stetig aufgeschlossener zeigt, war ein „bahnbrechendes“ *Memorandum of Understanding*, das im April 2023 in Murmansk zwischen dem russischen Föderalen Sicherheitsdienst FSB und der chinesischen Küstenwache unterzeichnet wurde und worin eine „umfassende Zusammenarbeit in arktischen Gewässern“ vereinbart wurde.¹⁴ Was genau die Aufgaben der chinesischen Küstenwache in der Nähe von Murmansk sein könnten, ist nicht unmittelbar zu erschließen.

2.2 Atomgetriebene Jagd-U-Boote (SSN)

China war seit dem chinesisch-sowjetischen Schisma Anfang der 1960er Jahre, unterbrochen nur durch eine kurze Ära westlicher Militärtechnologieimporte von Ende der 1970er bis Ende der 1980er Jahre, von internationaler Unterstützung im Bereich U-Boot-Bau weitestgehend abgeschnitten. Dennoch gelang es China – angeblich mit Unter-

stützung eines russischen Design-Büros – mindestens drei Einheiten eines ersten nuklearen Jagd-U-Bootes (SSN) vom Typ 091 (sog. *Han*-Klasse¹⁵) zu bauen.¹⁶ Rund 15 Jahre nach der Indienststellung des ersten dieser *Han*-Boote im Jahr 1974 begann in China mit der Indienststellung von insgesamt acht oder neun nuklearen Jagd-U-Booten der gegenwärtig aktiven Typen 093 und 093A (sog. *Shang*-Klasse), wobei das letzte Boot dieses Typs um das Jahr 2018 herum in Betrieb genommen wurde. Dem steht eine Flotte von gegenwärtig 49 aktiven, modernen amerikanischen SSNs gegenüber, die neben Torpedos zusätzlich mit Tomahawk-Marschflugkörpern für Landangriffe bewaffnet sind; drei SSN der *Seawolf*-Klasse und bereits 22 in Dienst gestellte U-Boote der neuesten *Virginia*-Klasse (von 66 insgesamt geplanten), die die noch 24 verbleibenden Boote der älteren *Los-Angeles*-Klasse nach und nach ersetzen sollen und kontinuierlich modernisiert und weiterentwickelt werden. Da die US-amerikanischen SSN auf zwei Werften gebaut werden, während China nur über eine Bauwerft für nukleare U-Boote verfügt, die *Bohai Shipbuilding Heavy Industry Company (BSHIC)* in Huludao, ist die industrielle Basis für Atom-U-Boote in den USA etwas breiter aufgestellt und verfügt zudem über deutlich mehr Bauerfahrung.¹⁷

Alle aktuell eingesetzten chinesischen Atom-U-Boote scheinen mit Druckwasserreaktoren betrieben zu werden, die schwach angereichertes Uran als Brennstoff nutzen, die damit erreichte Höchstgeschwindigkeit unter Wasser wird auf mindestens 26 Knoten geschätzt. Die eigenständige Entwicklung eines kompakten, hinreichend leistungsstarken Reaktorantriebs für nukleare U-Boote war in China ein langwieriger, mit vielen Schwierigkeiten behafteter Prozess, und die ersten chinesischen Reaktoren scheinen in puncto Strahlenschutz und Zuverlässigkeit große Probleme gemacht zu haben.¹⁸ Auch wenn die Sicherheitsprobleme allmählich bereinigt werden konnten, blieben die Leistungsdaten der Reaktoren unter dem Niveau der russischen

¹⁵ Chinesische Klassenbezeichnungen für Marineschiffe bestehen nur aus einer Kombination arabischer und römischer Nummern (z.B. „Typ 09-III“, meist geschrieben als 093). Die westlichen Bezeichnungen von U-Booten mit chinesischen Dynastie-Namen (*Han*, *Xia*, *Shang* oder *Jin*-Klasse) werden von China offiziell nicht verwendet.

¹⁶ Vgl. zu technischen Details der Entwicklung chinesischer nuklearer U-Boote die derzeit beste und aktuellste frei zugängliche Darstellung in Carlson/Wang 2023.

¹⁷ US-Navy Webseite, Attack Submarines – SSN, <https://www.navy.mil/Resources/Fact-Files/Display-FactFiles/article/2169558/attack-submarines-ssn/>.

¹⁸ Die detaillierteste Analyse in offenen Quellen zur Entwicklungsgeschichte des chinesischen Atomantriebs haben Carlson und Wang (2023, vorgelegt).

¹³ Russian Scientist Charged With Treason Dies While Under House Arrest, *Radio Free Europe*, 3.10.2022.

¹⁴ Thomas Nilsen: Russia's Coast Guard cooperation with China is a big step, Arctic security expert says, *The Barents Observer*, 28.4.2023.



Ein nuklearangetriebenes U-Boot der Han-Klasse in den 60er Jahren

Technik. Vor diesem Hintergrund ist es interessant, das Potenzial von zukünftigen Technologietransfers aus Russland nach China zu berücksichtigen. So schloss der damalige Chef von Rosatom, Sergei Kirijenko, mit dem Vorsitzenden der chinesischen Atomenergiebehörde Chen Qiufa am 2. September 2010 ein Abkommen zur Ausweitung der Zusammenarbeit in gemeinsamen Atomenergieprogrammen. Darin einbezogen waren auch schwimmende Atomkraftwerke, wie Russland sie seit längerem entwickelt und wie China sie für den Einsatz im Südchinesischen Meer plant.¹⁹ Ebenso wurde eine Zusammenarbeit im Bereich nuklear angetriebener Eisbrecher vereinbart. Dies, so Carlson und Wang, verschafft China letztlich Zugang zu detaillierten technischen Informationen über die Atomreaktoren, die Russland auf seinen schwimmenden Atomkraftwerken und neuen Eisbrechern einsetzt – den Modellen *KLT-40S* und *RITM-200*. Es ist ihnen zufolge zu vermuten, dass China im Rahmen dieses umfassenden Technologieaustauschs „detaillierte technische Informationen zum *OK-650* erhalten hat“ – dem Reaktor, den Russland auf seinen nuklearen U-Booten der 3. Generation einsetzt. Sollte dies zutreffen,

könnte dies der kommenden Generation von chinesischen U-Booten einen bedeutenden Entwicklungsschub geben.²⁰

Ab dem dritten U-Boot des Typs *093* wurden die chinesischen SSN zusätzlich zu dem integrierten aktivem/passivem Sonar auch mit niederfrequentem Schleppsonar ausgestattet. Dadurch waren sie besser in der Lage, gegnerische U-Boote zu orten als die früheren Typen, die selbst noch dazu vergleichsweise laut waren und nur über geringe eigene U-Boot-Bekämpfungsfähigkeiten verfügten.²¹

Etwas unklar ist hierbei das genaue Ausmaß russischer Design-Unterstützung. So berichten die einschlägige westliche Fachliteratur und russische Militärkommentatoren übereinstimmend, dass das russische *Rubin Design Bureau* den Konstrukteuren des SSNs des Typs *093* in den Bereichen Druckkörperdesign, Instrumentierung, Verbesserung der akustischen Stealth-Eigenschaften und Entwicklung von Systemen für akustische Gegenmaßnahmen erhebliche Unterstützung gewährt habe.²² Laut einem russischen Mi-

¹⁹ Vgl. Deemer/Pimentel/Ryu/Yamada/Jenner 2023.

²⁰ Carlson/Wang 2023, 20–21.

²¹ U. S. Office of Naval Intelligence 2009, 22.

²² Fisher 2007, 135, s. a. Evgeny Damantsev: Допрыгались! 7-й флот ВМС США попадёт на мушку уникальной модификации „Палтуса“ (Geliefert! Die Siebte US-Flotte trifft auf eine einzigartige Modifizie-

litärkommentator hätten chinesische Ingenieure lange Zeit mit Problemen bei der Unterdrückung von Vibrationen zu kämpfen gehabt, die von der Stoßdämpfungsplattform ausgehen, die die Dampfturbine mitsamt Umlaufpumpen, Turbolader und weiteren Ausrüstungsgütern beherbergt.²³

Ein SSN-Design der nächsten Generation, der *Typ 095*, ist bereits in Arbeit; zumindest ein Boot befindet sich gegenwärtig in Huludao in der Fertigung. Auch wenn noch keine genaueren technischen Daten bekannt sind, dürfte es größer und schneller werden als sein Vorgänger. Es verfügt wahrscheinlich – neben Torpedos – über ein vertikales Startsystem für Marschflugkörper und wird einen Wasserstrahlantrieb (*Pump Jet*) anstelle eines klassischen Propellerantriebs verwenden, was seine akustische Signatur im Vergleich zu früheren chinesischen U-Booten deutlich abschwächen und es damit schwerer zu orten machen sollte.²⁴ All diese bislang für den *Typ 095* noch spekulativen Fähigkeiten sind bei der US Navy allerdings schon lange Standard und würden chinesische U-Boote diesem Standard lediglich näher bringen.

Letztlich bleibt abzuwarten, wie leistungsstark der neu entwickelte Prototyp *095* tatsächlich sein wird. Ausgehend von Erfahrungen mit dem chinesischen Überwasser-Marineschiffbau kann man davon ausgehen, dass, solange die chinesische Marine nur eine kleine Anzahl geringfügig verbesserter Designvarianten produziert, das Design noch Mängel aufweist. Erst der Beginn einer größeren Serienfertigung würde nach dieser Erfahrung signalisieren, dass die chinesische Marineführung mit den Leistungsdaten des Designs insgesamt zufrieden ist.

2.3 Strategische Atom-U-Boote (SSBN)

China stellte erst im Jahr 1993 das erste (und zugleich einzige) SSBN vom *Typ 092* (sog. *Xia-Klasse*) in Dienst. Dieses besaß ein vertikales Startsystem für U-Boot-gestützte ballistische Raketen des Typs *JL-1A* mit einer relativ geringen

Reichweite von ca. 2.500 km. Dieses mittlerweile obsoleute U-Boot hat angeblich in seiner gesamten Dienstzeit keine einzige nukleare Abschreckungspatrouille durchgeführt. Später baute China mindestens zwei SSBN des fortschrittlicheren Typs *094* („Jin-Klasse“). Das erste Boot wurde 2004 in Dienst gestellt. Später folgten mindestens sechs inkrementell weiterentwickelte Boote dieses Typs, die über ein vertikales Startsystem für 12 Raketen des Typs *JL-2* mit deutlich höherer Reichweite von ca. 7.200 km verfügen und mittlerweile alle in Dienst gestellt sind.



Ein strategisches U-Boot der Jin-Klasse

Der Druckkörper dieser Boote weist in dem Bereich, in dem sich die Raketenstrecke befindet, ein ungewöhnliches Konstruktionsmerkmal auf, den sogenannten „Schildkrötenpanzer“ – eine hervorstehende Rumpfschiff, die ein relativ lautes hydroakustisches Profil erzeugt. Dieses Design wird von Kommentatoren als „grundsätzlich fehlerhaft“ beschrieben, denn bei höherer Fahrtgeschwindigkeit erzeugt die erhöhte Raketenabteilung zusammen mit den Flutventilen unterhalb der Raketenluken eine gut detektierbare Sonarsignatur, die sogar noch lauter ist als die sowjetischer U-Boote aus den 1970er Jahren wie die *Delta-III*-SSBNs und *Viktor-III*-SSNs.²⁵ Chinesische Kommentatoren machen für die suboptimale Schildkrötenpanzer-Form des Designs „mangelhaftes technisches Knowhow zur damaligen Zeit“ verantwortlich, bedingt durch die Notwendigkeit, diese Boote mit der im Vergleich zur Vorgängerrakete *JL-1* deutlich längeren *JL-2 SLBM* auszurüsten, die mit 13m (im Vergleich zu knapp 11m bei der *JL-1*) für den ursprünglich geplanten Durchmesser der Boote zu lang war. Christopher Carlson und Howard Wang beschreiben das Design-Kon-

rung von Projekt 877 Paltus), *Военное обозрение* (Militärische Rundschau), 18.9.2018, <https://topwar.ru/147131-doprygalis-7-j-flot-vms-sshapopadet-na-mushku-unikalnoj-modifikacii-paltusa.html>.

²³ Evgeny Damantsev: Операция НОАК по выдворению ВМС США из Южно-Китайского моря. Детали Бьендонгской зоны А2/АД – часть 2 (Operation der Marine der VBA, um die US Navy aus dem Südchinesischen Meer zu vertreiben. Detail über die Bien Dong A2/AD-Zone – Teil 2), *Военное обозрение* [Militärische Rundschau], 5.7.2017; <https://web.archive.org/web/20230326165817/https://topwar.ru/119466-operaciya-noak-po-vydvoreniyu-vms-ssh-a-iz-yuzhno-kitayskogomorya-detali-bendongskoy-zony-a2-ad-chast-2.html>, Übersetzung O. Husieva.

²⁴ Meyer 2023, 21; Carlson/Wang 2023, 19.

²⁵ Christian Conroy: China's Ballistic-Missile Submarines: How Dangerous?, *The National Interest*, 18.11.2013; Carlson/Wang 2023, 18.

zept des *Typs 094* daher als „im Grunde ein SNN mit 12 sehr großen Raketen, die in die Mitte hineingestopft wurden.“²⁶

Das als Nachfolger des *Typs 094* geplante SSBN des *Typs 096* soll durch einen größeren Rumpf das Problem der Integration der *JL-3*-Rakete lösen, so dass er auch ohne „Schildkrötenpanzer“-Design genügend Platz für die ballistischen Raketen bietet. Durch insgesamt verbesserte Schalldämpfung und einen *Pump Jet*-Antrieb statt Propeller soll es ein stark verbessertes hydroakustisches Profil aufweisen und somit deutlich leiser werden – der chinesische Militärexperte Cheng Guangwen nennt einen erwarteten Geräuschemissionswert von weniger als 105 Dezibel, was zwar besser wäre als zuvor, allerdings immer noch relativ laut ist.²⁷ Mindestens ein Druckkörper des neuen *Typs 096* wird gegenwärtig in Huludao gebaut, wobei mindestens drei weitere Einheiten geplant zu sein scheinen.

Obgleich ein bedeutender Schritt nach vorn, würde der Zulauf von Booten des *Typs 096* dennoch nicht bedeuten, dass die chinesische Marine in Bezug auf Gesamtgröße und Fähigkeiten mit der US-amerikanischen SSBN-Flotte gleichziehen könnte. Die US-Navy betreibt gegenwärtig 14 SSBN der *Ohio*-Klasse als Raketen-U-Boote (SSBN) und vier weitere Boote dieser Klasse als Träger für *Tomahawk*-Marschflugkörper (SSGN), und sie hat mit dem Bau von SSBNs der nächsten Generation, der *Columbia*-Klasse, bereits begonnen. US-amerikanische SSBNs führen seit Jahrzehnten ununterbrochen weltweit – auch unter dem arktischen Eis – nukleare Abschreckungspatrouillen durch. Sie verfügt daher auch in Bezug auf Wartung und Training über erheblich mehr praktische Einsatzerfahrung als die chinesischen Seestreitkräfte, die noch immer dabei sind, alle damit verbundenen Fähigkeiten überhaupt erst zu entwickeln. Die chinesischen Boote bewegen sich bis auf Weiteres nur in regional begrenzten Patrouillengebieten überwiegend in den an die chinesischen Hoheitsgewässer angrenzenden Gewässern im Südchinesischen Meer. Die Patrouillen in diesem viel befahrenen Seegebiet sind mit besonderen Gefahren und Herausforderungen verbunden, wie ein Zwischenfall im Oktober 2017 verdeutlichte, als ein chinesisches SSBN des *Typs 094* unweit der Paracel-Inseln inmitten einer Gruppe vietnamesischer Fischerboote offenbar zum Not-Auftauchen gezwungen war.²⁸

2.4 Konventionelle U-Boote

Anders als die US Navy betreibt China neben nuklear angetriebenen Booten auch eine große Flotte kleinerer, diesel-elektrischer U-Boote, die für Einsätze in den seichten Küstengewässern Chinas vorgesehen sind, wo sie hauptsächlich zur Territorialverteidigung beitragen. Moderne U-Boot-Typen, die mit außenluftunabhängigen Antriebssystemen (*air-independent propulsion*, AIP) ausgerüstet sind, können sich innerhalb des flachen, hydroakustisch komplexen Unterwasserumfelds in chinesischer Küstennähe selbst für modernste U-Jagd-Kräfte als praktisch undetektierbar erweisen, so dass sie für Überwasserschiffe jeglichen Typs eine erhebliche Bedrohung darstellen. Die US Navy wiederum betreibt ihrerseits schon seit Jahrzehnten keine diesel-elektrischen U-Boote mehr, und aufgrund der begrenzten Reichweite und geringeren Geschwindigkeit dieser Boote und einer völlig anders gearteten maritimen Geografie der USA mit direktem Zugang zum Ozean hat sie auch keinen Bedarf an solchen Booten. Allerdings sind die USA dadurch auch nicht unbedingt auf die Bekämpfung solch küstennah eingesetzter konventioneller U-Boote spezialisiert.

Nachdem China bei seinen – heute obsoleten – ersten selbstgebauten U-Booten der *Romeo*- und *Ming*-Klasse (*Typ 035*) frühe sowjetische U-Boot-Designs kopiert hatte, importierte das Land zwischen 1998 und 2006 zwei weit modernere, in Russland gebaute U-Boote des *Typs Pr. 877* (*Kilo*-Klasse) und zehn U-Boote des noch fortschrittlicheren *Typs Pr. 636* (*Improved Kilo*-Klasse) einschließlich sämtlicher Sensoren und Waffensysteme. Dieser russische Import erfolgte zeitgleich mit dem in China bereits begonnenen Bau einer selbstentwickelten U-Boot-Klasse der *Typen 039* und *039G* (*Song*). Der Zeitpunkt des Imports spricht dafür, dass die noch aus der Sowjetzeit stammenden russischen *Kilo*-U-Boote, obschon keineswegs modern, zu diesem Zeitpunkt dem chinesischen *Typ 039* immer noch technisch überlegen waren bzw. Technologien enthielten, die China noch nicht selbst entwickeln konnte. Für die These, dass Technologietransfer und nicht primär die Nutzung der *Kilos* als Waffensystem ausschlaggebend für den Import war, spricht, dass die Integration der *Kilos* in die chinesische Flotte mit erheblichen Schwierigkeiten behaftet war. Angeblich benötigte China zu ihrem Betrieb umfangreiche russische Trainings- und Wartungshilfe durch vor Ort in China dauerhaft stationiertes russisches Personal. Dafür erhielt China Zugang zu einem funktionierenden Waffensystem mit allen aufeinander abgestimmten Sensor- und Effektoren-Komponenten. Viele spätere chinesische Entwicklungen im Bereich Sonar, Torpedos usw. stützten sich auf die russischen Systeme, zu denen China auf diese

²⁶ Carlson/Wang 2023, 18.

²⁷ *JL-3 Missile to Change China's Emphasis of Nuclear Triad*, *China Arms*, 24.6.2019; <https://web.archive.org/web/20230323111129/https://www.china-arms.com/2019/06/jl-3-missile-to-change-chinas-emphasis-of-nuclear-triad/>; Meyer 2023, 20; vgl. hierzu auch die Übersicht in Carlson/Wang 2023, 10.

²⁸ Jamie Seidel: 'Highly unusual event' – Chinese nuclear sub in 'embarrassing' South China Sea incident, *News.com.au*, 17.10.2019.

Weise Zugang erhalten hatte.²⁹ Insbesondere die Technologien zur Schalldämpfung (z. B. Gummibeschichtung des Rumpfes, pneumatisch gelagerte Plattformen zur Geräuschkämpfung von beweglichen Teilen im Inneren usw.) haben vermutlich maßgeblich zur Verbesserung des hydroakustischen Profils auch der nuklearen U-Boote beigetragen.³⁰ Die moderneren *Pr.636*-U-Boote sind noch immer in Dienst, und auch wenn sie noch nicht mit außenluftunabhängigen AIP-Antriebssystemen ausgestattet sind, was ihre maximale Einsatzzeit in Tauchfahrt auf zwei bis drei Tage begrenzt. Aber sie sind getaucht vergleichsweise leise und nur schwer zu orten.³¹

Was Sonartechnologie anbelangt, hatte China zwischen 1979 und 1989 modernere amerikanische aktiv/passive Rumpfonare (das *Raytheon DE-1160*) auf legalem Weg über Italien importieren können, ebenso passive Rumpfonare aus Frankreich (*DSUV-22* und *DUUX-5*). Nach 1989 erhielt China dann durch den oben beschriebenen Import der russischen *Kilos* Zugang zu einer ganzen Reihe moderner russischer Sonartechnologien. Ausgehend von diesen Technologien fanden dann erste Eigenentwicklungen statt.³²

Außenluft-unabhängige (AIP-)Antriebstechnologie für konventionelle U-Boote war für China ein besonders interessanter Bereich der Entwicklung, für den Russland allerdings mangels eigener Lösungen wenig technische Hilfe leisten konnte. Zwar gelang es China, unter massiven Anstrengungen einen *Stirling*-Antrieb zu entwickeln. Doch verfügt China bis heute – wie Russland – noch nicht über U-Boote mit Brennstoffzellenantrieb und arbeitet anscheinend noch an einem Lithium-Ionen-Batterie-Antrieb, wie ihn Japan und Südkorea bereits einsetzen (dies, obwohl China weltweit führend ist bei der Herstellung elektrischer Autos, bei denen Lithium-Ionen-Batterien bereits weithin zum Einsatz kommen). In der chinesischen Fachliteratur werden einige noch zu überwindende Sicherheitsprobleme beim Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien auf U-Booten angeführt, insbesondere die Notwendigkeit, die Gefahr eines thermischen Durchgehens (*thermal runaway*) sicher zu kontrollieren.³³ Gleichwohl ist davon auszugehen, dass China diese Technologie irgendwann meistert und die schwieriger zu realisierende Technologiestufe der Brennstoffzelle vermutlich überspringen wird.

2.5 Wie innovativ ist China in der U-Boot-Entwicklung heute?

China ist nach wie vor bestrebt, technologische Lücken vor allem bei Rumpfformen, Schalldämpfung und Antriebssystemen zu schließen, die im Vergleich zu führenden russischen, amerikanischen, japanischen, deutschen und anderen Herstellern noch bestehen.

Gemessen am anfangs niedrigen technologischen Niveau hat China seit den 90er Jahren erhebliche Fortschritte bei der Entwicklung hydrodynamischer Rumpfformen und bei nuklearen und konventionellen U-Boot-Antriebssysteme gemacht. Aufgrund des Zugangs zu fortschrittlicheren russischen Technologien durch Importe und Beratungsdienstleistungen konnte China seine selbst entwickelten konventionellen U-Boote der Typen *039A*, *039B* und *039C* (*Yuan*-Klasse) deutlich verbessern. Diese Designs wurden evolutionär weiterentwickelt und mit stetig besseren *Stealth*-Eigenschaften, Sensoren und Waffen versehen.

Anders als Russland ist China in der Lage gewesen, ein eigenes außenluftunabhängiges Antriebssystem (AIP) für dieselelektrische U-Boote auf der Basis von Stirlingmotor-Technologie zu entwickeln, die anscheinend während der 1980er Jahre legal aus Schweden importiert wurde. Allerdings scheint China dann noch rund zwanzig Jahre benötigt zu haben, um diese 2005 schließlich zu einem einsatzfähigen AIP-Antrieb weiterzuentwickeln, obwohl die grundlegende Funktionsweise von Stirlingmotoren altbekannt ist. Ab dem Typ *039B* sind diese Boote somit mit einem außenluftunabhängigen Stirling-Antriebssystem ausgerüstet, was die Höchstdauer einer Tauchfahrt von den ursprünglichen nur zwei bis drei Tagen bis auf Zeiträume von über zwei Wochen ausdehnt.³⁴ Mehrere US-Verbündete, die sich den maritimen Raum mit China teilen, wie etwa Südkorea und Japan, betreiben allerdings den chinesischen Designs technologisch überlegene dieselelektrische U-Boote vergleichbarer Größe mit außenluftunabhängigen Antriebssystemen, die auf Brennstoffzellen und Lithium-Ionen-Batterie-AIP-Technologien (Südkorea) oder Stirling-Motor und Lithium-Ionen-Batterietechnologien (Japan) basieren. Jüngere chinesische Forschungsartikel deuten darauf hin, dass China dazu bislang noch nicht in der Lage ist und noch einige Schwierigkeiten aus dem Weg geräumt werden müssen, ehe Lithium-Ionen-Batterien sicher an Bord eines

²⁹ Bussert/Elleman 2011, 33.

³⁰ Carlson/Wang 2023, 13–14.

³¹ Interview mit einem deutschen U-Boot-Fahrer am 8.6.2024.

³² JK Achuthan: Advances made by China in the Field of ASW Sonar Systems, *Indian Defence Review*, 22.11.2021.

³³ Wang/Zhang/Song 2022, 152–155.

³⁴ 深度:浅谈中国海军039 潜艇 AIP 技术成战略意义 [„In der Tiefe: Eine kurze Diskussion über die strategische Bedeutung der AIP-Technologie auf Typ 039-U-Booten der chinesischen Marine“], *Sina Military*, 18.02.2014, <https://web.archive.org/web/20230325232533/https://mil.news.sina.com.cn/2014-02-18/1533764810.html>.

chinesischen U-Bootes eingesetzt werden könnten.³⁵ Dies lässt auf einen gewissen Innovationsrückstand im Vergleich zu den oben erwähnten, führenden Herstellern dieselektrischer U-Boote schließen.

Was die operative Praxis angeht, haben chinesische U-Boote ihren Einsatzradius in den letzten 15–20 Jahren erheblich ausgeweitet: Waren sie früher fast ausschließlich in küstennahen Seegebieten eingesetzt, stoßen sie mittlerweile bis in den nördlichen Indischen Ozean vor, wo chinesische U-Boote sich an Anti-Piraterie-Einsätzen am Horn von Afrika beteiligten und den pakistanischen Hafen Karatschi anliefen. Dies spricht für eine erheblich verbesserte Qualität und Zuverlässigkeit der Systeme. Im Vergleich zur global operierenden US Navy und anderen Hochseemarinern (*blue-water navies*), die U-Boote betreiben, bleiben jedoch einige Schwachstellen, insbesondere was Waffenführungssysteme, Schalldämpfung und Antriebstechnik betrifft. Diese Schwächen werden in der chinesischen technischen Fachliteratur offen eingestanden.³⁶

So blieb China selbst in jüngster Zeit auf einem so grundlegenden Gebiet wie konventionelle Antriebstechnologien weiterhin auf importierte Schlüsselkomponenten angewiesen, insbesondere deutsche Schiffsdieselmotoren (MTU 396 SE 84), die im Rahmen einer Lizenzvereinbarung seit vielen Jahren in China gebaut werden. Der selbst entwickelte indigene Schiffsdiesel CHD620 wurde anscheinend bis 2023 noch in kein chinesisches U-Boot integriert, und die chinesischen Export-U-Boote für Pakistan, die diesen chinesischen Diesel bereits integriert haben, waren zu diesem Zeitpunkt auch noch nicht in Dienst gestellt. Dies wurde kürzlich im Zusammenhang mit einem weiteren chinesischen U-Boot-Exportprojekt für die Marine von Thailand deutlich: China hatte im Jahr 2017 den Zuschlag für den Export eines U-Boots des Typs S26T an Thailand erhalten. 2022 stockte das Projekt, nachdem Deutschland für den von China ursprünglich angebotenen MTU-Diesel keine Exportgenehmigung erteilte. Als Thailand China drohte, vom Kaufvertrag zurückzutreten, obwohl das Boot bereits im Bau war, bot China ersatzweise seinen selbstentwickelten CHD620-Dieselmotor an. Diesen lehnte Thailand zunächst ab, da er zu diesem Zeitpunkt anscheinend noch nicht als ein *proven design*³⁷ angesehen werden konnte. Trotz intensiver Bemühungen und Zusicherungen machte Thailand im März 2023 immer noch Bedenken geltend. Im Oktober

2023 gab Thailand schließlich den Rücktritt vom Kaufvertrag bekannt. Erst im Mai 2024 ließ sich Thailand nach dem Besuch einer chinesischen Delegation überzeugen, dem chinesischen Diesel doch eine Chance zu geben.³⁸

Die Geschichte dieses holprigen Exportgeschäfts illustriert einen unerwarteten Entwicklungsrückstand chinesischer Antriebstechnologie. Schiffsdiesel wie der besagte MTU-Motor, so ein von der Verfasserin befragter deutscher Experte für U-Boot-Konstruktion, seien schließlich eine „relativ alte“ Technologie, die „nicht allzu schwer zu meistern“ und mit einem „beherrschbaren“ technischen Risiko verbunden sei. Auf die Frage, welche Elemente eines im Einsatz unerprobten chinesischen Dieselmotors aus Sicht eines U-Boot-Abnehmers wie Thailand als besonders riskant angesehen werden könnten, meinte der Experte, es sei am ehesten vorstellbar, dass sich die thailändischen Bedenken auf die Leistungsfähigkeit des Abgasgegendrucksystems (*back pressure system*) beziehen könnten. Dieses System sorgt dafür, dass während der Fahrt im Schnorchelbetrieb zum Aufladen der Batterie die Dieselabgase des laufenden Motors unterhalb der Wasseroberfläche mit genau dem je nach Tauchtiefe notwendigen, variablen Druck abgelassen werden. Dieser Druckwert muss exakt getroffen werden, damit dabei weder Wasser ins Boot eindringt noch Diesel-Abgase im Boot verbleiben und die Atemluft vergiften. Jedwede Fehlfunktionen in diesem Teilsystem würden für die Besatzung demnach ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen, daher komme es hier entscheidend auf die Zuverlässigkeit der Technik an.³⁹ Die thailändische Reaktion zeige, dass die chinesische Technologie auf dem Exportmarkt bislang nicht als gleichwertig mit führenden westlichen Lösungen angesehen werde. Dennoch tritt China immer häufiger als Exporteur in Erscheinung. Neben den U-Boot-Exporten nach Pakistan und Thailand hat China auch einen U-Boot-Stützpunkt für Bangladesh gebaut.⁴⁰ Grundsätzlich sind durch solche Aktivitäten am U-Boot-Exportmarkt langfristig zwei Effekte zu erwarten: China kann voraussichtlich seine strategischen Beziehungen zu den Kundenländern stärken, und chinesische U-Boot-Konstrukteure erhalten die Chance auf wertvolles internationales Kunden-Feedback aus diesen Exportprojekten zur Verbesserung ihrer Produkte.

35 Wang/Zhang/Song 2022.

36 Vgl. Zhang/Wu/Zhang 2022; sowie Wang/Zhang/Song 2022, 152–155.

37 Marinen sind typischerweise risikoaverse Kunden und bevorzugen bei Importprojekten meist bereits anderswo in Dienst gestellte, bewährte („*proven*“) Systeme statt technischer Prototypen mit ungewisser Performance.

38 Sebastian Strangio: Thailand's Navy Chief Says Country Could Cancel Chinese Sub Contract, *The Diplomat*, 23.11.2022; Wuhan trip to clear engine doubts, *Bangkok Post*, 31.1.2023; Tommy Walker: Thailand's China submarine deal for relations, not defense, say experts, *VOA*, 31.05.2024.

39 Interview am 21. März 2023.

40 Kamran Reza Chowdhury: Bangladesh inaugurates base to house 2 submarines, *Benar News*, 20.03.2023.

Ma Hongwei, ein Oberst der Volksbefreiungsarmee, behauptet in einem kürzlich erschienenen Buch über die chinesischen Seestreitkräfte, dass das SSN der nächsten Generation – *Typ 095* – „sechs weltweit führende neue Technologien“ aufweisen werde: ein neues Antriebssystem mit *Pump Jet*, ultra-hochfesten Stahl (der weit höhere Tauchtiefen erlaubt als bisher), eine hybride Ein- und Zweihüllen-Bauweise, eine neue, frei schwingende gummigelagerte Plattform zur verbesserten Schalldämpfung, ein vertikales Startsystem für Marschflugkörper sowie den chinesischen „U-Boot-Reaktor der dritten Generation.“⁴¹ Ein anderer chinesischer Kommentator spricht ebenfalls von einer „neuen Generation der Reaktortechnologie“, die bei den U-Booten der nächsten Generation zum Einsatz kommen werde, und verweist darauf, dass China die „weltweit größte, 80.000 Tonnen-Hydraulik-Schmiedepresse“ sowie „Superstahl mit einer Streckgrenze von 2000 MPa, was weltweites Spitzen-niveau ist“ besitze – eine Voraussetzung zum Bau von stabileren Druckhüllen für größere Tauchtiefen.⁴² Oberst Ma gibt die folgenden Leistungsdaten für das geplante SSN des *Typs 095* an: Eine Höchstgeschwindigkeit (in Tauchfahrt) von mindestens 33kn, eine geräuscharme Geschwindigkeit (Schleichfahrt) von mindestens 18kn und eine Tauchtiefe von mindestens 600 Metern. Dies würde das neue chinesische Boot in eine völlig andere Liga als seine Vorgänger katapultieren. Er deutet auch an, dass China auf der Basis des *Typs 095* ein mit Marschflugkörpern bewaffnetes Atom-U-Boot mit mehreren integrierten Marschflugkörper-Startvorrichtungen entwickeln wolle, analog zu den amerikanischen SSGNs.⁴³

Wie lange China brauchen wird, um mit den gegenwärtigen US-Standards im U-Boot-Bau gleichzuziehen, unterliegt jedoch diversen, schwer einzuschätzenden Einflussfaktoren. Verschärfte US-Ausfuhrkontrollen für *Dual-Use*-Güter und erhöhte Skepsis der USA gegenüber chinesischen Forschern in den letzten fünf Jahren dürfte direkte Technologietransfers nach China verlangsamt haben. Ein entscheidender Faktor wäre die Bereitschaft Russlands, China beim U-Boot-Bau noch stärker als bisher zu unterstützen. Bislang hatte Russland Vorbehalte, seine modernsten nuklearen Antriebs- und Schalldämpfungstechnologien an China weiterzugeben. In Abhängigkeit von den veränderten geopolitischen Interessen beider Länder und durch die wachsende wirtschaftliche und politische Abhängig-

keit Russlands von China infolge des Ukrainekriegs könnte dieser Widerstand jedoch nachlassen. Schon im Jahr 2020 hatten offizielle russische Medien bekanntgegeben, dass Russland und China gemeinsam an einem neuen konventionellen U-Boot-Design arbeiten.⁴⁴ Russische und chinesische Forscher arbeiten zudem seit mehreren Jahren aktiv bei der Entwicklung von Glasfaser-Hydrophonen für den Einsatz in der Arktis zusammen. Dies deutet darauf hin, dass Russland offen für weitere Kooperationen mit China auf sensiblen Gebieten der Unterwassertechnologien sein könnte.⁴⁵ Sollte sich Russland jedoch entschließen, seine fortgeschrittensten Technologien nicht weiterzugeben, um seinen Vorsprung vor China zu bewahren, würde dies Chinas Fortschritte vermutlich verlangsamen.

2.6 Technische Innovationen im Bereich U-Jagd

U-Jagd bzw. ASW ist traditionell keine besondere Stärke der chinesischen Streitkräfte gewesen. Der erste chinesische U-Jagd-Hubschrauber, der *Z-8*, wurde im Rahmen einer Lizenzvereinbarung in China produziert, nachdem Ende der 1970er Jahre ein *Los* von 12 *SA 321 Super Frélon* aus Frankreich eingeführt worden war.⁴⁶ Ein neuer chinesische U-Jagd-Hubschrauber, der *Z-20F*, wurde innerhalb der letzten fünf Jahre eingeführt und ist wiederum auf Grundlage des amerikanischen *Sikorsky H-60 Black Hawk* entwickelt worden, der vor dem Embargo von 1989 legal von China importiert wurde.⁴⁷

China investiert zur Zeit beträchtliche Mittel in den Aufbau umfangreicher Seeraum-Überwachungssysteme, die sich am Vorbild des amerikanischen *Sound Surveillance* (SOSUS)-Systems aus der Zeit nach dem II. Weltkrieg orientieren, das im Nordatlantik entlang der *Grönland-Island-Großbritannien (GIUK)-Lücke* verlegt worden war, um die Aktivitäten sowjetischer U-Boote zu überwachen.⁴⁸ Mit

41 Ma 2020, 169–170.

42 Vgl. JL-3 Missile to Change China's Emphasis of Nuclear Triad, *China-Arms*, 24.6.2019, <https://web.archive.org/web/20230323111129/https://www.china-arms.com/2019/06/jl-3-missile-to-change-chinas-emphasis-of-nuclear-triad/>.

43 Ma 2020, 160–170.

44 Caleb Larson: Russia and China Want To Build a Non-nuclear Submarine Together, *The National Interest*, 28.8.2020.

45 Jüris 2022, 189–90 und 192–195.

46 Thomas Newdick: Watch This Chinese Z-8 Naval Helicopter Fly Just Feet Off The Ground Along A Highway, *The Drive*, 17.12.2020, siehe auch den Eintrag „Helicopters I“, *Chinese Military Aviation Blog*, <http://chinese-military-aviation.blogspot.com/p/helicopters-i.html>.

47 Tyler Rogoway: Here Is Our First Clear Look At China's Z-20F Seahawk Helicopter Clone (Updated), *The Drive*, 14.10.2019.

48 Vgl. 美日潜艇的噩梦将到来 中国20亿巨资打造海底观测网 (Der Alptraum amerikanischer und japanischer U-Boote rückt näher; China hat 2 Milliarden in den Aufbau eines U-Boot-Überwachungsnetzwerks investiert), *Sina.cn*, 31. Mai 2017, <https://jmqqm.sina.cn/wqzb/docifyfqvmh9628274.d.html>.

Hilfe eines ausgedehnten Unterwasser-Überwachungsnetzwerks, dem sog. „Blue Ocean Information Network“, will China die Fähigkeit erlangen, durch den Aufbau eines Unterwasser-Lagebilds in Nahezu-Echtzeit Teile des Südchinesischen und Ostchinesischen Meeres „transparent“ zu machen, um letztlich gegnerische Nationen von U-Boot-Einsätzen in diesen Gebieten abzuhalten. Dieses teure und ambitionierte Unterfangen ist durch zahlreiche Artikel in chinesischen Fachzeitschriften und Nachrichtenmedien, durch Exponate auf Rüstungsmessen sowie durch Fotos, Videos und Satellitenbilder belegt und bereits Gegenstand detaillierter Studien gewesen.⁴⁹ Dieses Netzwerk entsteht zunächst in küstennahen Seegebieten, doch damit zusammenhängende Vermessungsaktivitäten haben auch bereits jenseits des Südchinesischen Meeres und außerhalb der Ersten Inselkette begonnen, etwa im Südpazifik und im Indischen Ozean.⁵⁰

Anscheinend gibt es in China erst seit etwa 10 Jahren ein ähnlich hohes Maß an politischer Unterstützung für die Entwicklung von U-Jagd-Technologien und Unterwasser-Sensorik wie für den U-Boot-Bau. So sagte Professor Tu Liangcheng von der *Huazhong University of Science and Technology* in Wuhan in einem Zeitungsinterview im Jahre 2016, es seien erst seit wenigen Jahren vermehrt Finanzmittel für die Entwicklung von U-Boot-Ortungstechnologien bereitgestellt worden, weil sich die Haltung der Marineführung zur Unterwasser-Seekriegsführung grundlegend geändert habe. Ihm zufolge konzentrierte sich China im Zeitabschnitt davor zunächst auf die Verbesserung seiner U-Boote, nicht so sehr auf die U-Jagd. Tu wurde weiterhin mit der Aussage zitiert, dass China „verzweifelt“ nach der Fähigkeit strebe, Atom-U-Boote anderer Nationen zu detektieren, dass es jedoch „den Fähigkeiten der Vereinigten Staaten auf dem Gebiet der U-Boot-Ortung 30 Jahre hinterherhink.“ Die Finanzierung der Forschung sei zwar ausreichend, aber der Druck sei immens: „es gibt hohe Erwartungen an einen schnellen Durchbruch, und wir haben zu wenig Personal.“⁵¹

Unterwasser-Drohnen bilden einen besonderen Schwerpunkt der gegenwärtigen chinesischen F&E-Anstrengungen im Bereich der Unterwasser-Seekriegsführung. So heißt es in einer von einer chinesischen Wertpapierfirma erstellten Marktanalyse für den Sektor der Unterwassertechnologien: „Wir werden die Entwicklung von UUVs und den Aufbau regionaler Unterwasserüberwachungs- und

Frühwarnsysteme im Küstenmeer und in der Tiefsee tatkräftig vorantreiben, uns auf fortschrittliche Technologien wie Navigation und Positionsbestimmung, Kommunikation und autonome Koordination unter Wasser konzentrieren und bemannte und unbemannte Systeme kombinieren, um ein vernetztes Unterwasser-Kampfsystem neuen Typs zu entwickeln.“⁵²

3 Strategien zur Überwindung technologischer Herausforderungen

Kevin Pollpeter und Mark Stokes haben in einer Analyse darauf hingewiesen, dass chinesische Rüstungsunternehmen die heimische Innovation mit Hilfe von drei Strategien vorantreiben: „eigenständige Innovation“, „integrierte Innovation“ und Technologietransfer (letzterer wird in China „IDAR“ genannt, als Kürzel für *introduction, digestion, absorption and re-innovation*).⁵³ In der chinesischen U-Boot-Entwicklung scheint Technologietransfer bzw. IDAR eine besonders große Rolle gespielt zu haben. Im Jahr 1986 wurde ein umfassender staatlicher Plan zur Förderung von Hochtechnologien (*Programm 863*) verabschiedet, um China in technologischer Hinsicht unabhängiger zu machen. Von 1996 an wurden maritime Technologien darin einbezogen. Der Plan scheint insbesondere für die Finanzierung von F&E-Aktivitäten z. B. bezüglich Sonar- und unbemannter Systeme wichtig gewesen zu sein.⁵⁴

Während einer umfassenden Restrukturierung des staatseigenen Rüstungssektors ab 1998/99 und den anschließenden Reformen und Strukturveränderungen hat China mit Hilfe massiver staatlicher Finanzierung ein intransparentes System der Verflechtung zwischen privaten, halbprivaten und größeren staatseigenen Rüstungs- und Technologieunternehmen und Forschungsinstitutionen im Rüstungssektor geschaffen.⁵⁵ Dieser „militärisch-industriell-finanzielle Komplex“ ermöglicht es der chinesischen Regierung, in Form staatlich garantierter Kreditlinien Kapital von inländischen staatseigenen Banken in die chinesischen Rüstungsindustrien zu lenken und durch

49 Vgl. insbesondere die Detailanalysen von J. Michael Dahm (2020a und 2020b).

50 Martinson/Dutton 2018.

51 Stephen Chen: Is China's latest space mission a step towards PLA tracking of nuclear submarines?, *South China Morning Post*, 12.6.2017.

52 Zheshang Securities 2021, 23, eigene Hervorhebung.

53 Pollpeter/Stokes 2016, 178.

54 Ryan Fedasiuk: How China is Militarizing Autonomous Underwater Vehicle Technology, *Maritime Executive*, 22.8.2021; Jeff Pao: China's secret plan to become tech self-sufficient, *Asia Times*, 24.11.2021.

55 Dieses System zeichnet sich dadurch aus, dass die beteiligten Organisationen untereinander, mit staatseigenen Banken sowie mit börsennotierten Privatunternehmen innerhalb Chinas und im Ausland durch Überkreuzbeteiligungen miteinander verflochten sind.

Börsengänge von Tochterfirmen der staatlichen Rüstungskonglomerate zusätzlich auch Kapital an inländischen und ausländischen Aktienmärkten aufzunehmen. Diese privaten und halbprivaten börsennotierten Tochtergesellschaften staatseigener Organisationen eröffnen China auch zahlreiche Möglichkeiten für *Joint Ventures*, Beteiligungen und Übernahmen ausländischer Partner in *Dual-use*-Bereichen. Ausländische Partner können somit dazu genutzt werden, technische Expertise, Technologien und Marktzugang in anderen Ländern beisteuern.⁵⁶ Zugleich ist dieses Netzwerk tief mit der weltweiten wissenschaftlichen Forschungs-Community verwoben. Sämtliche chinesische Elemente dieses Netzwerkes bemühen sich intensiv darum, mit Hilfe ausgeklügelter Methoden jenseits der traditionellen Spionage die noch bestehenden Engpässe bei Schlüssel-Militärtechnologien zu überwinden.⁵⁷ Im Folgenden werden einige dieser Strategien beispielhaft beschrieben.

3.1 Technologietransfer durch zivile Schiffbauprojekte

Konventionelle U-Boote werden in China an zwei Standorten gebaut: in der Wuchang-Werft in Wuhan und in der Jiangnan-Werft in Shanghai. Die Werft *Bohai Shipbuilding Heavy Industry Company (BSHIC)* in Huludao ist die einzige Bauwerft für Atom-U-Boote. Bezeichnenderweise beschrieb sie sich selbst im Jahr 2017 auf einer mittlerweile nicht mehr verfügbaren Firmen-Homepage als eine „offizielle Forschungsbasis“, um wichtige technische Ausrüstungsgüter für inländische Bedürfnisse zu vereinnahmen („*localize*“).⁵⁸ Dies ist möglich gewesen, weil alle chinesischen U-Boot-Bauwerften sowohl militärische als auch kommerzielle Schiffbauaufträge für weltweite Kunden ausführen. *Joint Ventures* im Bereich des Schiffbaus mit führenden Schiffbauunternehmen zum Beispiel aus Japan, Frankreich oder Südkorea bei zivilen Projekten haben in der Vergangenheit die technologische Basis und das geschäftliche Know-how chinesischer Marinewerften entscheidend gestärkt. Dies führte letztlich dazu, dass die technisch modernisierten und massiv staatlich subventionierten chinesischen Werften

seit 2018 sogar das bis dahin führende Südkorea als den größten Hersteller von Handelsschiffen überflügelten. Eine weitere Triebfeder für solche Kooperationen war auf chinesischer Seite wahrscheinlich das Bestreben, technische Engpässe im militärischen Schiffsbau durch „militärisch-zivile Fusion“ zu überwinden.⁵⁹



Die Bohai Shipbuilding Heavy Industry Company aus der Ferne fotografiert

Das *Center for Strategic and International Studies (CSIS)* in Washington D. C. hat darauf hingewiesen, dass chinesische Marinewerften ihre schiffsbautechnischen Fähigkeiten u. a. im Bereich moderner Konstruktionssoftware, modularer Schiffbau, usw. dadurch erheblich steigern konnten, dass sie weltweit Aufträge im Volumen von mehreren Milliarden Dollar akquirieren konnten und sich vielfältige Technologietransfers sicherten. Mit den erwirtschafteten Gewinnen konnten sie möglicherweise die hohen Entwicklungskosten im militärischen Bereich teilweise gegenfinanzieren: „Zwischen 2019 und 2021 erhielten vier chinesische *Dual-Use*-Schiffswerften mindestens 211 Aufträge über kommerzielle Schiffe, von denen 64 Prozent von ausländischen Firmen stammten“ – darunter Firmen aus Taiwan, Frankreich und Japan.⁶⁰

3.2 Technologietransfer durch Beteiligungen und Übernahmen (M&A)

Für ausländische Unternehmen und Forschungsinstitutionen kann es schwierig sein, chinesische Partner mit der gebotenen Sorgfalt zu überprüfen oder auch nur den

⁵⁶ Kirchberger/Mohr 2019, 52–53.

⁵⁷ Für eine detaillierte Analyse der vielfältigen legalen, illegalen und semilegalen Strategien, die eingesetzt werden, vgl. Hannas/Chang 2021.

⁵⁸ Vgl. <https://web.archive.org/web/20170420112250/http://www.bsic.com.cn/Home/CorpSummary>. Die offizielle Website von BSHIC, [bsic.com.cn](http://www.bsic.com.cn), wie sie nach wie vor auf dem Website-Directory ihres Holding-Konglomerats CSSC aufgeführt ist, (<http://www.cssc.net.cn/n11/index.html>), scheint seit Jahren offline zu sein, während eine hypothetische „bsic.com.cn“ zum Zeitpunkt der Drucklegung ebenfalls nicht existiert.

⁵⁹ How is China Modernizing its Navy? *CSIS China Power Project*, 17.12.2018, aktualisiert am 20.4.2022; <https://chinapower.csis.org/china-naval-modernization/>.

⁶⁰ How is China Modernizing its Navy? *CSIS China Power Project*, op. cit.

Überblick über die Aktivitäten einer einzelnen Firma oder Institution zu behalten. Nicht zuletzt kommt es häufig zu Umbenennungen und Reorganisationen von Vermögenswerten chinesischer Technologiefirmen, was die Identifizierung im Zeitverlauf erschwert. Um ein Beispiel zu nennen: Die *CSSC China Marine Information Electronics Company Ltd.* (auch bekannt unter dem Namen *China Haiphong* 中国海防) ist ein führendes Unternehmen u. a. in den Bereichen Unterwasserkommunikation, autonome unbemannte Unterwasserfahrzeuge (AUVs) und Unterwassernavigation. Die Firma war ursprünglich 1993 unter dem Namen *Gansu Sanxing Petrochemical* gegründet worden, ging im Jahr 1996 an die Börse, wurde 2004 in *China Electronics Guangtong* umbenannt und beteiligte sich dann an *Great Wall Electronics* und *Sesco*. 2018 wurde sie in *China Haiphong* umbenannt, und im Jahr 2019 erwarb sie eine hundertprozentige Beteiligung an *Haisheng Technology*, an *Jereh Holdings*, *Liaohai Equipment*, eine 62-prozentige Beteiligung an *Qingdao Jereh*, 54 Prozent von *Jereh Electronics* und einen Anteil von 49 Prozent an *China Ship Yongzhi*.⁶¹ Derartige Verflechtungen und mehrfache Namenswechsel sind häufig anzutreffen.

Technologien zur Energieerzeugung und Lösungen für Energiespeicherung mit hoher Energiedichte sind ein besonders kritischer Bereich der U-Boot-Entwicklung, der zugleich vielfältige Anwendungsbereiche in zivilen Technologien hat. Chinesische Firmen, die auf diesem *Dual-Use*-Feld aktiv sind, versuchen mit Hilfe von Fusionen und Übernahmen ausländischer Unternehmen die Fähigkeiten Chinas auf diesem Gebiet zu verbessern. So stellt zum Beispiel die offiziell in Privatbesitz befindliche *Wolong Group*, Chinas größter Hersteller von Elektromotoren, laut ihrer offiziellen Website u. a. „maßgeschneiderte Elektromotoren für Kernkraftwerke“ sowie Generatoren, Antriebe und andere elektrische Systeme für chinesische „Marine- und Küstenwachschiffe“ her, auch wenn nicht näher auf die genauen Typen dieser Schiffe eingegangen wird.⁶² Eine Tochtergesellschaft namens *Wolong Electric* hat derweil eine Reihe westlicher Hersteller von Elektromotoren übernommen, u. a. den kleinen Geschäftsbereich Elektromotoren der US-Firma *General Electric*. In Deutschland wiederum wurde der Mittelständler *ATB Schorch*, ein Spezialist für elektrische Antriebssysteme, der auch spezielle Elektromotoren für U-Boote herstellt, im Jahr 2011 vollständig von

Wolong übernommen.⁶³ Der Verkauf erfolgte von deutscher Seite in der Hoffnung, der chinesische Käufer würde in Produktionsstätten und F&E-Einrichtungen der *ATB Schorch* innerhalb Deutschlands investieren und dem Unternehmen neue Wachstumschancen eröffnen. Aber frühere Zusicherungen wurden letztlich nicht umgesetzt, wie der Betriebsratsvorsitzende Olaf Caplan in einem Interview im Jahr 2019 beklagte: „Letztendlich geht es um einen Knowhow-Transfer und die Verlagerung zunächst von Komponenten und letztendlich kompletter Produkte nach China.“ Wie er berichtete, habe die Geschäftsführung von *ATB Schorch* in Deutschland keinerlei Mitspracherechte mehr, da das Unternehmen *de facto* auf zeitverzögerte und intransparente Weise von China aus geleitet werde. Caplan erwähnte weiterhin Qualitätsprobleme bei den mittlerweile in China hergestellten Produkten, die ihm zufolge das Potential hätten, das internationale Ansehen der Marke zu beschädigen.⁶⁴ Laut chinesischen Presseberichten „hat *Wolong* sein Produktionsnetzwerk aus strategischen Gründen auf Asien, Europa und Nordamerika verteilt. *Wolong Electric* hat F&E-Zentren für Motoren und Antriebssteuerungen in Europa, den Vereinigten Staaten und Japan gegründet und beabsichtigt, ein Globales F&E-Zentrum in Schanghai zu eröffnen.“⁶⁵

Ein möglicherweise ähnlich gelagertes Beispiel ist die kürzlich von der Bundesregierung untersagte Übernahme der MAN-Gasturbinen-Sparte durch die chinesische Firma *CSIC Longjiang Guanghan Gas Turbine*, eine Tochter des *Forschungsinstituts Nr. 703* des staatseigenen Schiffbaukonglomerats *CSSC*, auch bekannt als „*Harbin Ship Boiler and Turbine Research Institute*“.⁶⁶ Laut einer Pressemitteilung der Firma *Shanghai Qice Power Testing Equipment Co. Ltd.* auf deren Firmenwebsite hat das *CSSC-Forschungsinstitut 703* seit seiner Gründung durch die Entwicklung von Boilern, Dampf- und Gasturbinen, Getrieben und zugehörigen Hilfssystemen zu den Antriebssystemen aller großen Über- und Unterwasserschiffe der chinesischen Marine beigetragen.⁶⁷

⁶³ See *ATB Schorch homepage*; <http://www.atb-motors.com/EN/Markets/Marine/Marine.aspx> (letzter Zugriff: 4. April 2023).

⁶⁴ Wie chinesische Investoren *ATB Schorch* runterwirtschaften, *Factory*, 6.8.2019, <https://factorynet.at/artikel/wie-chinesische-investoren-atb-schorch-runterwirtschaften/>.

⁶⁵ China's largest electric motor producer *Wolong* acquires GE's small industrial motor division, *Xinhua*, 01.07.2018; http://www.china.org.cn/china/2018-07/01/content_54278757.htm

⁶⁶ Dana Heide: Gasturbinen: Ministerium prüft umstrittenen China-Deal von MAN länger, *Handelsblatt*, 27.02.2024.

⁶⁷ Shanghai Qice Power Testing Equipment Co., Ltd: Das Harbin Marine Boiler Turbine Research Institute hat den Leistungsprüfstand unseres Unternehmens für den Einsatz in einem militärischen Produkttest erworben. Pressemitteilung, ohne Datum. Archiviert am

⁶¹ Zhesang Securities 2021

⁶² Vgl. die *Hompages der Wolong Company*; <https://www.wolong-electric.com/application/details/80/78.html> and <https://www.wolong-electric.com/application/details/84/52.html> (letzter Zugriff: 4. April 2023).

Der Anhang zu Kirchberger (2023b, 26–30) enthält eine unvollständige Auflistung der wichtigsten Design-, F&E- und Produktionsstätten in China, die bekanntermaßen an der Herstellung von Systemen für die Unterwasser-Seekriegsführung beteiligt sind. Westliche Forschungseinrichtungen und Unternehmen würden wahrscheinlich von einer umfassenderen, öffentlich zugänglichen Datenbank der bereits bekannten Einrichtungen und Unternehmen profitieren. Solch ein Verzeichnis sollte auch zivile und *Dual-Use*-Bereiche abdecken und idealerweise die verschiedenen bekannten Alias-Namen von Organisationen auflisten, da es im Einzelfall schwer sein kann, eine sorgfältige Due Diligence überhaupt durchzuführen und riskante Partnerschaften und Geschäftsverbindungen als solche zu erkennen.⁶⁸

3.3 Technologietransfer durch internationale Forschungskooperationen

Unbemannte Systeme

Gerade auf dem Gebiet der Forschung an unbemannten Unterwasserfahrzeugen werden häufig ausländische Forscher zu Kooperationen mit chinesischen Universitäten eingeladen, ohne sich der *Dual-Use*-Merkmale dieses Feldes unbedingt bewusst zu sein. Ryan Fedasiuk berichtete im Jahr 2021, dass auf einer chinesischen Liste aus dem Jahr 2019 bereits 159 Untersee-Drohnen-Projekte bei über 40 chinesischen Universitäten verzeichnet waren, während vier Jahre zuvor nur 15 chinesische Universitäten auf diesem Feld aktiv gewesen seien. Und eine andere Liste, die ein Professor an der *Hebei University of Science and Technology* erstellt hat, führte 48 Universitäten und 45 Unternehmen auf, die Forschung im Bereich UUV und AUV betreiben.⁶⁹ Laut Elsa Kania wurde in Qingdao ein Zentrum für intelligente Ausrüstung von Unterwasserfahrzeugen (*Underwater Vehicle Intelligent Equipment Base*) eröffnet, das „F&E für eine ganze Reihe maritimer Drohnen, einschließlich des autonomen Unterwasserfahrzeugs *Weißer Delfin* be-

treibt, aber auch für Konstruktion und Herstellung zuständig ist.“ Ihr zufolge richtete die Stadt Qingdao im April 2018 das „erste Forum über militärisch-zivile Fusion in der KI-Industrie“ aus, zu dem die *Harbin Engineering University* eingeladen hatte. Dort wurde über intelligente Unterwasserroboter, unbemannte Schnellboote, *Smart Ships* und Zielerkennung diskutiert.⁷⁰

Die Entwicklung von Software und die mathematische Modellierung von Unterwasser-Robotersystemen zum Beispiel ist ein Gebiet, auf dem internationale Kooperationen zwischen westlichen und chinesischen Forschungseinrichtungen bereits stattgefunden haben. Eine Studie aus dem Jahr 2019 über Software-Architektur für hybride Unterwasser-Roboterfahrzeuge hatte Co-Autoren aus chinesischen Einrichtungen, die in der *Defence Universities Tracker*-Datenbank des *Australian Strategic Policy Institute (ASPI)* aufgrund ihrer militärischen Natur als „hochriskante“ Partner eingestuft sind, sowie einen Co-Autor aus dem Fachbereich Informatik und Elektrotechnik der privaten Jacobs Universität aus Bremen (heute: *Constructor University*).⁷¹ Ein weiteres Beispiel betrifft einen renommierten deutschen Experten für Klimamodellierung, der gemeinsam mit chinesischen Hydroakustikern aus einem ebenfalls „hochriskanten“ institutionellen Umfeld publiziert hat und der überdies einräumt, staatliche Fördergelder aus Russland erhalten zu haben.⁷² Es gibt zahlreiche ähnlich gelagerte Fälle, in denen westliche Wissenschaftler sich möglicherweise der militärischen Verwendbarkeit ihrer Forschung nicht bewusst waren.

Meeresforschung

China hat großes Interesse am Erwerb von militärisch relevantem Wissen aus der zivilen ozeanographischen Forschung westlicher Staaten. Internationale Forschungs-

26.09.2023 unter <https://web.archive.org/web/20230926091932/http://www.cegongji.net/shownews2.asp?id=724>.

⁶⁸ Ein aktueller Überblick der *Air University* über das chinesische Netzwerk militärischer Forschungseinrichtungen ist sehr nützlich, ermöglicht aber keine leichte Identifikation von Forschungseinrichtungen, die auf Unterwasser-Seekriegsführung spezialisiert sind; vgl.: <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/2987660/the-prc-state-defense-laboratory-system/>. Selbiges gilt für die meisten anderen Übersichten über Organisationen, die im chinesischen Verteidigungssektor aktiv sind.

⁶⁹ Ryan Fedasiuk: *How China is Militarizing Autonomous Underwater Vehicle Technology*, op. cit.

⁷⁰ Elsa Kania: *Chinese Military Innovation in Artificial Intelligence*, Aussage bei der U. S.-China Economic and Security Review Commission Hearing on Trade, Technology, and Military-Civil Fusion am 7.6.2019, https://www.uscc.gov/sites/default/files/June%207%20Hearing_Panel%201_Elsa%20Kania_Chinese%20Military%20Innovation%20in%20Artificial%20Intelligence_0.pdf, 25.

⁷¹ Yu/Xiang/Maurelli/Zhang/Zhao/Xu 2019. Zu den angeführten Kooperationspartnern gehören die *School of Naval Architecture and Ocean Engineering* an der *Huazhong University of Science and Technology*, Wuhan; das *HUST Institute* und die *School of Oceanography* an der *Shanghai Jiaotong University*, die im *Defence Universities Tracker* des ASPI alle als „hochriskant“ gelistet sind, vgl. <https://unitracker.aspi.org.au/universities/huazhong-university-of-science-and-technology/>; <https://unitracker.aspi.org.au/universities/shanghai-jiaotong-university/>.

⁷² Yao/Wang/Zhang/Xu/Kurths 2021.

kooperationen im Bereich der Meeresforschung und des Klimawandels bieten China Zugang zu Forschungszusammenhängen, deren Ergebnisse große Relevanz für die Stärkung der chinesischen Unterwasser-Seekriegsführungsfähigkeiten haben können. Dies ist westlichen Partnerinstituten und einzelnen Wissenschaftlern unter Umständen nicht bewusst.

U-Boot-Operationen erfordern ebenso wie U-Jagd gründliche Kenntnisse der naturräumlichen Bedingungen eines Seegebiets, etwa präzise Karten des Meeresbodens (Bathymetrie) und ozeanografische und hydrologische Daten über Salinitätsstufen und Temperaturschichten des Wassers (für die Berechnung von Schallausbreitungs Kanälen) sowie hydroakustische Daten über das ozeanische Hintergrundrauschen, das durch Meereslebewesen, seismische Aktivität und andere natürliche Prozesse fortlaufend erzeugt wird. Im Grunde können alle Erkenntnisse aus Forschungsprojekten, die genaue ozeanografische Datensätze erzeugen, auch militärischen Nutzen haben. Die Notwendigkeit solcher Forschungsergebnisse für U-Boot-Operationen wird in der chinesischen Forschungsliteratur ganz offen eingeräumt; folgerichtig verweist militärwissenschaftliche Fachliteratur in China explizit auf die Notwendigkeit, alle für die Unterwasserseekriegsführung relevanten Daten aus der zivilen Meeresforschung auch für die Streitkräfte verfügbar zu machen.⁷³ Da viele derartige Datensätze in zivilen Forschungseinrichtungen westlicher Staaten gesammelt und ausgewertet werden, versucht China schon seit etlichen Jahren, attraktive internationale Forschungsplattformen auf diesen Gebieten aufzubauen, und ist damit oft erfolgreich.

Gleichzeitig bemüht sich China intensiv um die Beschaffung und Auswertung umfassender ozeanografischer und hydrologischer Grundlagendaten, die für die potentielle Ausweitung von U-Boot-Einsätzen in weiter entfernte Gebiete entlang der Maritimen Seidenstraße benötigt werden. Es gibt auch Anhaltspunkte dafür, dass sich diese Ambitionen bis auf das Nordpolarmeer erstrecken. Bei der Sammlung dieser ozeanographischen Grundlagendaten gibt es stets ein hohes Maß an Überlappung mit zivilen meereskundlichen Forschungsfeldern, z. B. im Zusammenhang mit der Erforschung des Klimawandels. Insbesondere für diese Art von Meeresforschung sind viele westliche Staaten bereit, gemeinsame Forschungsprojekte mit China großzügig zu fördern. Projekte wie eine *Cloudplattform für Big Data und Künstliche Intelligenz (KI) in der Meereswissenschaft*, die vom *Institute of Oceanology* der Chinesischen Akademie der Wissenschaften (IOCAS) betrieben wird,

besitzen für die Unterwasser-Seekriegsführung einen offensichtlichen Nutzen. Einem chinesischen Pressebericht zufolge „dient [die Plattform] als ein Informationspool, der aktualisierte, offen zugängliche ozeanografische Daten von großer räumlicher und zeitlicher Reichweite integriert“; außerdem umfasse sie ein „ozeanografisches Datenportal, eine interaktive Analytik-Plattform für sehr große Datenmengen, eine Service-Plattform für KI-Entwicklung und Anwendungsprodukte von Big Data und KI.“ Laut dem Bericht „bietet die Cloudplattform Zugriff auf 353 Datensätze schiffsgestützter Messergebnisse, darunter 59 Beobachtungsdatensätze aus fest verankerten Bojen, sechs Datensätzen von Fernerkundungssatelliten, mehr als 10 Sätze Reanalysedatenprodukte⁷⁴ und international gemeinsam genutzte Daten sowie 500 Sätze integrierter Software für Meeres- und Atmosphärenwissenschaften.“⁷⁵ Wie wichtig derartige Datensätze für U-Boot-Operationen und U-Jagd sind, beschrieben Forscher der chinesischen Volksbefreiungsarmee in einem Fachaufsatz aus dem Jahr 2020; sie betonen darin ausdrücklich die elementare Bedeutung von Grundlagenforschung auf dem Gebiet Ozeanografie und Meeresumweltforschung für die Unterwasser-Seekriegsführung.⁷⁶

Davon ausgehend und aufgrund des Fehlens einer Trennung zwischen ziviler und militärischer Meeresforschung in China (*military-civil fusion*) ist es angezeigt, chinesische ozeanographische Forschungsinitiativen entsprechend grundsätzlich als potenzielle *Dual-use*-Projekte anzusehen. Chinesische Projekte, die etwa den Meeresboden kartieren, Sensoren zur Messung des Salzgehalts, der Temperaturstufen oder der ozeanischen Hintergrundgeräusche verlegen (ob nun mittels fest verankerter Hydrophone oder durch mobile unbemannte Systeme), oder sich Zugang zu diesbezüglichen Forschungsdatenbanken anderer Nationen verschaffen, sollten als potenzieller Beitrag dazu angesehen werden, die Unterwasserseekriegs-Fähigkeiten Chinas zu verbessern.

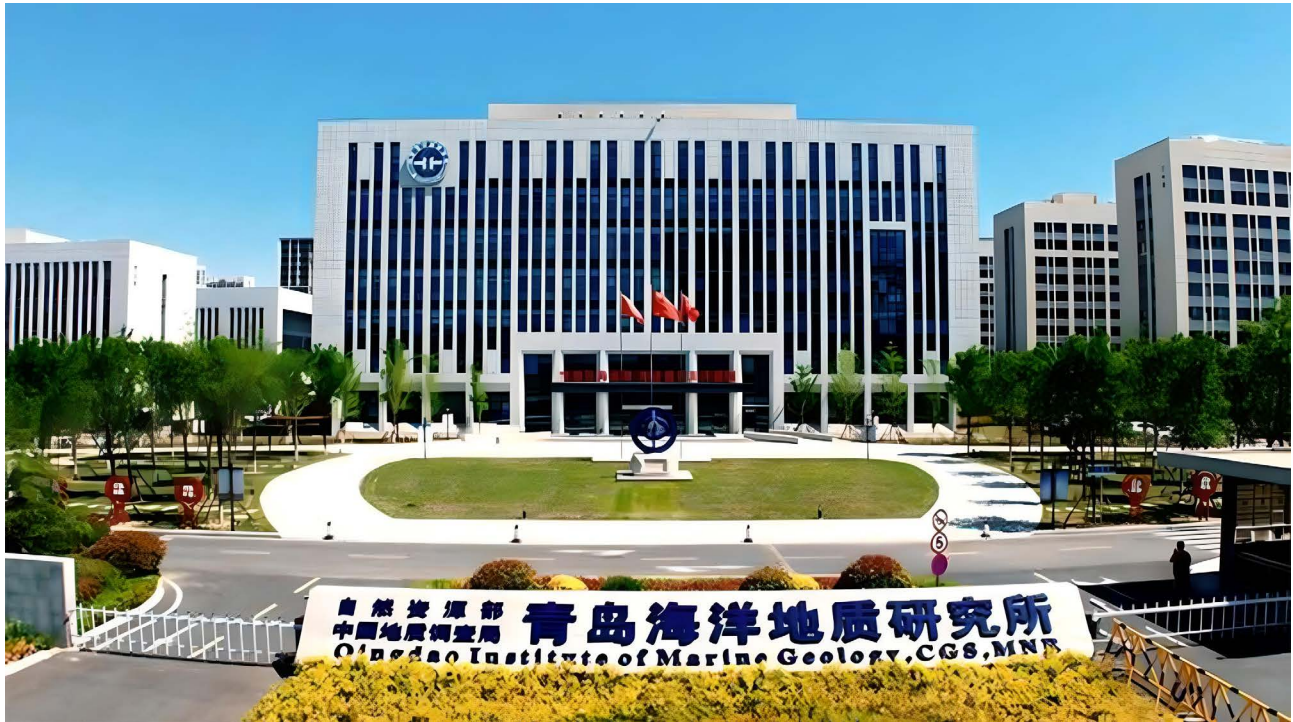
Kooperationen mit westlichen Partnern aus dem Bereich der zivilen Meeresforschung bieten China somit die Möglichkeit, militärisch verwertbare Informationen abzuzweigen, auch wenn das Interesse westlicher Partner auf Zusammenarbeit mit China zur Bekämpfung des Klimawandels

74 Meteorologische Reanalyse-Daten werden durch Kombinieren von Messungen, Beobachtungen und Simulationsdaten unter Verwendung von Datenassimilationstechniken erzeugt, um möglichst realitätsnahe Beschreibungen von Wetter-Verläufen zu erzeugen.

75 China's cloud platform in ocean science starts operation, *Xinhua*, 22.4.2021, <https://web.archive.org/web/20230326014656/http://en.people.cn/n3/2021/0422/c90000-9842451.html>

76 Vgl. Fan/He/Yang/Wang 2020.

73 Fan/He/Yang/Wang 2020.



Das Qingdao Institute of Marine Geology

dels beruht. Diesen Umstand nutzend, hat die chinesische Regierung erhebliche staatliche Mittel in damit verbundene Produktions-, Entwicklungs-, Forschungs- und Bildungseinrichtungen investiert und schafft dadurch einen militärisch-akademischen Komplex, der nach außen als zivile Forschungslandschaft auftritt, intern aber auch die Aufgabe hat, Wissen, Daten und Technologie abzuschöpfen, welche für die Unterwasser-Seekriegsführung notwendig sind.

In diesem Zusammenhang sollte beispielhaft die Lieferung fortschrittlicher Mehrstrahl-Sonargeräte (*multi-beam sonar*) für die Vermessung von Tiefseegebieten durch westliche Unternehmen an China erwähnt werden. In einem Fachaufsatz chinesischer Forscher aus dem Jahr 2021 werden insbesondere die Mehrstrahlsonargeräte des norwegischen Herstellers *Kongsberg MBS* als wichtigstes verwendetes Vermessungsinstrument angeführt. Laut dem Paper wurde dieses konkrete Vermessungsprojekt in den nordöstlichen und zentralen Abschnitten des Südchinesischen Meeres durchgeführt; es habe zu einer deutlichen Verbesserung des Wissensstandes über die geomorphologischen Merkmale des Meeresbodens in dem vermessenen Gebiet geführt.⁷⁷

Ein weiterer westlicher Hersteller vergleichbarer Multi-beam-Sonar-Vermessungsgeräte, *Teledyne RESON*, hat ebenfalls nachweislich modernes Echolotgerät an chinesische Empfänger geliefert, u. a. an das *Qingdao Institute of Marine Geology (QIMG)* und das *Guangzhou Marine Geological Survey (GMGS)*. Letzteres hat den *ParaSound Sub-bottom Profiler* (Sedimentsonar) *P70 3G-MK2* mit „verbesserter Hardware und aktualisierter Software“ von *Teledyne* erhalten.⁷⁸ Das norwegische Unternehmen *Norbit*, ein weiterer Hersteller von Fächerecholot-Technologie, hat ebenfalls ein von ihm gebautes Gerät (das Tiefsee-Echolot *NORBIT-iWBMS*) an das chinesische *First Institute of Oceanography* und das *Key Laboratory of Ocean Geomatics* – die beide dem Ministerium für Natürliche Ressourcen unterstehen – in Qingdao geliefert. Im Rahmen einer Studie von 2022 wurden beide Geräte zusammen mit dem *Teledyne SeaBat T50-P*-Fächerecholot dazu benutzt, Software zur Meeresbodenkartierung zu evaluieren.⁷⁹ Das gleiche Echolot wurde von seinem Hersteller im Jahr 2018 in einer Pressemitteilung als eine „Schlüsselkomponente des (chinesischen) unbemannten Wasserfahrzeugs (USV) *Yun Zhou*

⁷⁷ Ou/Zhu/Li/Jia/Jia/Zhang/Zhang/Chen/Chen/Ding/Xing/Suo/Wang/Liu 2021.

⁷⁸ *Teledyne SeaBat T50-P Successfully Demonstrated at Chinese User Conference*, *Teledyne RESON website*, 22.11.2016; <http://www.teledynereson.com/news/teledyne-seabat-t50p-successfully-demonstrated-chinese-user-conference/>; Zugriff über Google-Cache, 6. August 2017.

⁷⁹ Dong/Liu/Yang/Feng/Ding/Jiang 2022.

Tech M80B“ beschrieben, das „kürzlich an Bord des chinesischen Polarforschungsschiffs *Xue Long* (Schneedrahe) in der Antarktis zum Einsatz kam, wo es ein Gebiet von fünf Quadratkilometern in der Gewässern der Antarktis erfolgreich vermessen hat.“⁸⁰ Dies bezieht sich auf die Antarktisexpedition der *Xue Long* im November 2017. Das chinesische USV, auf dem das Fächerecholot von *Teledyne* eingesetzt wurde, das *M80B-USV*, wurde vom *Naval Surveying and Mapping Research Institute* (Forschungsinstitut für Meeresvermessung und -kartierung) der Volksbefreiungsarmee, dem *South China Sea Survey Technology Center* (Zentrum für Vermessungstechnologie für das Südchinesische Meer), der *State Oceanic Administration* (Staatlichen Ozeanverwaltung) und *Yunzhou Tech* gemeinsam entwickelt, wie Elsa Kania am 7. Juni 2019 bei einer Sachverständigenanhörung vor der *U. S.-China Security and Economic Commission* des US-Kongresses aussagte.⁸¹

In Kiel führte das Meeresforschungszentrum GEOMAR viele Jahre mit expliziter Unterstützung der Bundesregierung Forschungsk Kooperationen mit chinesischen Partnern durch, etwa von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften (CAS) oder der *Ocean University* in Qingdao. Einer Pressemeldung zufolge besuchte beispielsweise am 18.5.2015 eine „hochrangige Delegation“ aus China unter Leitung des Vizepräsidenten der CAS, Prof. Dr. Yin Hejun, das GEOMAR. Der GEOMAR-Website zufolge „informierten sich die [chinesischen] Kollegen verschiedener Meeresforschungseinrichtungen über aktuelle Entwicklungen am GEOMAR insbesondere auf den Feldern der Hydroakustik, Elektromagnetik, Robotertechnologie und deren Anwendungen in der marinen Rohstoffforschung, Meeresbodenkartierung und Erforschung Mariner Naturgefahren.“⁸²

3.4 Technologietransfer durch Kopieren und Spionage

Illegale Methoden, derer sich China daneben auch systematisch bedient, umfassen traditionelle und Cyber-Spionage ebenso wie Technologiediebstahl durch Kopieren legal eingeführter Technologien (*reverse engineering*), auch aus

Russland. Erst im Jahr 2019 ging der Chef des russischen Rüstungskonglomerats *Rostec* mit Klagen über massive Urheberrechtsverletzungen durch China an die Öffentlichkeit, auch wenn diese überwiegend den Luft- und Raumfahrtsektor betrafen.⁸³ In wie weit das Gleiche auf U-Boot-Technologien zutrifft, ist daher nicht ganz klar. Eine vor einigen Jahren angekündigte gemeinsame russisch-chinesische Entwicklung konventioneller U-Boote würde auf ein neues Niveau des gegenseitigen Vertrauens in diesem Bereich hindeuten, wurde bislang aber nicht weiter öffentlich konkretisiert.⁸⁴ Frühere Fälle direkter Unterstützung chinesischer U-Boot-Bauprogramme durch das russische Konstruktionsbüro *Rubin* deuten jedoch auf einen potentiell tiefergehenden Austausch auch in Bezug auf das Design von Atom-U-Booten hin, als öffentlich sichtbar ist. Dennoch wurden Forscher und Amtsträger in Russland noch im Jahr 2021 wegen der Weitergabe von sensiblem U-Boot-bezogenen *Know-how* zum Beispiel in der Hydroakustik oder auch von Spezialwerkstoffen an China angeklagt, was gegen russische Staatssicherheitsgesetze verstößt. So heißt es in einem russischen Pressebericht von 2021: „Letzten Sommer fielen Zollbeamten in Wladiwostok vier Container auf, die für die Verschiffung nach China vorbereitet wurden. Laut den Dokumenten befanden sich darin 106 Tonnen Eisenschrott. Allerdings stellte sich schnell heraus, dass die Frachtbriege gefälscht worden waren – die Container enthielten hochfesten Stahl, der aus dem massiven Druckkörper eines Atom-U-Bootes stammte, der in Stücke geschnitten worden war. Es ist verboten, derartiges Metall zu exportieren, erstens, weil es wiederverwendet werden kann, und, zweitens, weil die Zusammensetzung des Metalls selbst ein Geheimnis ist.“⁸⁵

Auch in Europa sind Spionagefälle mit Relevanz zu Unterwasser-Seekriegsführung bekannt geworden. Ein recht hochkarätiger Fall betraf das Zentrum für Unterwasserforschung der NATO in La Spezia (NATO CMRE), das an Forschung zu multistatischer, vernetzter U-Jagd arbeitet. Der damalige stellvertretende Direktor dieser Einrichtung, ein estnischer Wissenschaftler namens Tarmo Kouts, war 2018 vom chinesischen Nachrichtendienst angeworben worden. Er wurde im September 2020 verhaftet und 2021

⁸⁰ Antartica Survey with T50-P Installed on the Yun Zhou Tech M80B USV, *Teledyne News*, 14.1.2018, archivierte Version: <https://web.archive.org/web/20230324200828/http://www.teledynemarine.com/news/antartica-survey-with-t50p-installed-on-the-yun-zhou-tech-m80b-usv>.

⁸¹ Elsa Kania: Chinese Military Innovation in Artificial Intelligence, op. cit. 20.

⁸² Kooperationen mit dem Reich der Mitte: Hochrangige Meeresforscher aus China zu Gast am GEOMAR, Kiel: GEOMAR 18.05.2015, <https://www.geomar.de/news/article/kooperationen-mit-dem-reich-der-mitte>.

⁸³ Furious Russia Blasts China Over Unauthorized Copying Of Russian Military Hardware, *Eurasian Times*, 23.12.2019.

⁸⁴ Caleb Larson: Russia and China Want To Build a Non-nuclear Submarine Together, *The National Interest*, 28.8.2020.

⁸⁵ Dmitry Zlobin: Дракон „шакалит“. Китай шпионит в России, вывозя военные секреты и технологии (Der Drache verhält sich wie ein „Schakal“. China spioniert russische Militärgeheimnisse und Technologien aus), *Наша версия* (Nasha Versiya) 8.2.2021, <https://web.archive.org/web/20211230035202/https://versia.ru/kitaj-shpionit-v-rossii-vyvozya-voennye-sekrety-i-texnologii>.

zu einer Freiheitsstrafe von drei Jahren verurteilt.⁸⁶ Es ist davon auszugehen, dass die bisher bekannt geworden und rechtlich aufgearbeiteten Fälle lediglich die Spitze des Eisbergs sind.

4 Schlussfolgerungen

Angesichts der immer engeren strategischen Zusammenarbeit Russlands mit China und der chinesischen Drohung, sich Taiwan gewaltsam einzuverleiben und dafür einen großen Krieg mit den USA zu riskieren, bei welchem die Überlegenheit amerikanischer U-Boote ein entscheidender Faktor für den Ausgang des Konflikts wäre, ist es nicht im europäischen Interesse, durch Unachtsamkeit zur Stärkung der chinesischen Unterwasser-Seekriegsführungsfähigkeiten beizutragen. Wissens- und Technologietransfers in diesem Bereich sollten unterbunden und illegale Methoden der Aneignung von Wissen und Technologie entschieden bekämpft werden.

Wie die aufgeführten Beispiele für bereits erfolgte Technologie-Transfers in für Unterwasser-Seekriegsführung relevanten Technologiefeldern zeigen, benötigen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen klarere Leitlinien und wahrscheinlich auch mehr Training und intensivere Unterstützung bei der Identifizierung von Wissensgebieten und Technologien, die keinen offensichtlichen *Dual-Use*-Charakter haben, bei denen es sich aber trotzdem um kritische oder schwer von China selbst zu produzierende Komponenten handeln kann, die einen erheblichen militärischen Nutzen zu geringen Kosten ermöglichen.

Insbesondere würden westliche Forschungseinrichtungen und Unternehmen von einer umfassenden, öffentlich zugänglichen Datenbank bekannter chinesischer Einrichtungen und Firmen profitieren, die Beiträge zu chinesischen Fähigkeiten der Unterwasser-Seekriegsführung leisten. Diese sollte sowohl zivile als auch *Dual-Use*-Felder abdecken und auch die bekannten Aliasnamen und Kapitalverflechtungen von Organisationen auflisten, da es schwer sein kann, riskante Partnerschaften und Geschäftsverbindungen überhaupt zu erkennen. Die bestehende *Chinese Defence Universities Tracker*-Datenbank des *Australian Strategic Policy Institute (ASPI)* ist ein guter Ausgangspunkt, weil sie F&E-Institutionen gut erfasst, nicht aber in gleicher Weise die damit oft eng verwobenen Technologieunternehmen.

Sektorenübergreifende Lernprozesse könnten durch Workshops gefördert werden, die sich an Führungskräfte von Unternehmen und Forschungseinrichtungen unterschiedlicher Sektoren und Ebenen richten. Bei diesen Veranstaltungen könnten Mitarbeiter von Strafverfolgungsbehörden und Nachrichtendiensten *Post-mortem*-Analysen anhand realer Fallbeispiele vorstellen, bei denen Ausfuhrkontrollen aus unterschiedlichen Gründen versagt haben oder wo von vornherein keine Ausfuhrkontrollen existierten. Verstärkte Sensibilisierung einzelner Entscheidungsträger für nationale Sicherheitsbelange und bessere Wissensvermittlung über die Strategien des legalen, extralegalen und illegalen Technologieerwerbs durch China sollte sich insbesondere an diejenigen richten, die für die Pflege und den Aufbau von Geschäftsbeziehungen zuständig sind, da sich Strategien für den Technologietransfer und geschäftliche Taktiken beständig wandeln und sich nicht nach Schema F abhandeln lassen. Hannas und Tatlow (2021) bieten eine exzellente Zusammenstellung der bekannten chinesischen Strategien mit zahlreichen Fallbeispielen.

In gleicher Weise sollten zivile Forscher, deren Arbeit von entscheidender Bedeutung für die Gewinnung ozeanografischer Daten ist, die für Unterwasser-Seekriegsführung benötigt werden, stärker für im Forschungsalltag oftmals wenig beachtete sicherheitsrelevante Aspekte ihrer Arbeit sensibilisiert werden. Es geht darum, ihre Aufmerksamkeit auf Risiken des wissenschaftlichen Austauschs zu lenken und sie zu umsichtigem Verhalten zu bewegen.

Zuletzt muss noch auf den Aspekt der Cyberspionage hingewiesen werden. Diese ist eine allgegenwärtige Bedrohung, der Firmen ebenso wie zivile Forscher in vielen Disziplinen unablässig ausgesetzt sind. Dort, wo dies noch nicht der Fall ist, wie zum Beispiel in vielfach unterfinanzierten staatlichen Universitäten, sollte die Cybersicherheit von Forschungseinrichtungen verbessert werden, indem Institutionen dazu verpflichtet werden, wenigstens ein Mindestmaß der Cybersicherheitsmaßnahmen, die allgemeiner Industriestandard sind, verpflichtend umzusetzen – wie etwa 2-Faktor-Authentisierung für E-Mails. Außerdem sollten die Sicherheitsdienste proaktiv Beratung und Unterstützung anbieten, um die Cybersicherheit einzelner, besonders gefährdeter Forscher und Forschungseinrichtungen zu stärken, zum Beispiel durch Gruppentrainings und Benennung geeigneter Ansprechpartner.

⁸⁶ Court sentences well-known marine scientist to prison for spying for China, *Postimees* (Estland), 19.3.2021.

Literatur

- Bussert, James/Elleman, Bruce A. (2011): *People's Liberation Army Navy Combat Systems Technology, 1949–2010*. Annapolis, MD: Naval Institute Press
- Carlson, Christopher P./Wang, Howard (2023): *A Brief Technical History of PLAN Nuclear Submarines*. Newport, R. I.: U. S. Naval War College: CMSI China Maritime Report No. 30
- Dahm, J. Michael (2020a): *Electronic Warfare and Signals Intelligence*. Baltimore: Johns Hopkins Applied Physics Laboratory
- Dahm, J. Michael (2020b): *Undersea Fiber-Optic Cable and Satellite Communications*. Baltimore: Johns Hopkins Applied Physics Laboratory
- Dahm, J. Michael /Zhao, Alison (2023): *Bitterness Ends, Sweetness Begins. Organizational Changes to the PLAN Submarine Force Since 2015*. Newport, R. I.: U. S. Naval War College: CMSI China Maritime Report No. 28
- Deemer, Jonathan/Pimentel, Omar/Ryu, Mi Jin/Yamada, Miku/Jenner, Edward (2023): *Uncharted Waters. Assessing China's intentions to deploy floating nuclear power plants in the South China Sea*. Livermore, Cal.: Lawrence Livermore National Laboratory
- Dong, Zhipeng/Liu, Yanxiong/Yang, Long/Feng, Yikai/Ding, Jisheng/Jiang, Fengbiao (2022): Artificial Reef Detection Method for Multibeam Sonar Imagery Based on Convolutional Neural Networks, in: *Remote Sensing*, 14 (18), 4610; <https://doi.org/10.3390/rs14184610>
- Fan, Xuyan/He, Xiyu/Yang, Liang/Wang, Ye (2020): 海洋遥感在军事海洋环境保障中的应用研究 (Research on Application of Ocean Remote Sensing in Military Marine), in: *海军工程大学学报 (Journal of Naval University of Engineering)*, 17 (3), 39–42; DOI: 10.13678/j.cnki.issn1674-5531.2020.03.009
- Fisher, Richard D. Jr. (2007): The Impact of Foreign Technology on China's Submarine Force and Operations, in: Andrew S. Erickson/Lyle J. Goldstein/William S. Murray/Andrew R. Wilson (Hrsg.): *China's Future Nuclear Submarine Force*. Annapolis, MD: Naval Institute Press, 135–161
- Hannas, William C./Chang, Huey-Meei (2021): Chinese Technology Transfer – An Introduction, in: William C. Hannas/Didi K. Tatlow (Hrsg.): *China's Quest for Foreign Technology – Beyond Espionage* New York und London: Routledge, 3–20
- Hannas, William C./Tatlow, Didi K., Hrsg. (2021): *China's Quest for Foreign Technology – Beyond Espionage* New York und London: Routledge
- Huang, Jiaqiang (2020): 北极航行对潜艇航行性能影响研究 (Research on Submarine Navigation in the Arctic), in: *舰船电子工程 (Ship Electronic Engineering)*, 40 (9), 62–66
- Jüris, Frank (2022): Sino-Russian Scientific Cooperation in the Arctic – From Deep Sea to Deep Space, in: Sarah Kirchberger/Svenja Sinjen/Nils Wörmer (Hrsg.): *Russia-China Relations: Emerging Alliance or Eternal Rivals?* Cham: Springer, 185–202
- Kirchberger, Sarah (2015): *Assessing China's Naval Power. Technological Change, Economic Constraints, and Strategic Implications*. Berlin/Heidelberg: Springer
- Kirchberger, Sarah (2023a): China's Undersea Warfare. *Testimony before the U. S.-China Economic and Security Review Commission, Hearing on China's Pursuit of Defense Technologies on 13. Apr. 2023*; https://www.uscc.gov/sites/default/files/2023-04/Sarah_Kirchberger_Testimony.pdf.
- Kirchberger, Sarah (2023b): China's Submarine Industrial Base. State-Led Innovation with Chinese Characteristics. Newport, R. I.: U. S. Naval War College: CMSI China Maritime Report No. 31
- Kirchberger, Sarah/Mohr, Johannes (2019): China's Defence Industry, in: Hartley, Keith/Bélin, Jean (Hrsg.): *The Economics of the Global Defence Industry*. London: Taylor & Francis, 35–68
- Kristensen, Hans M./Norris, Robert S. (2016). Chinese Nuclear Forces, 2016, in: *Bulletin of the Atomic Scientists*, 72 (4), 205–211
- Ma, Hongwei (2020): 走向深蓝的中国海军 (*Die Chinesische Kriegsmarine auf dem Weg ins Tiefe Blau*), Shanghai: Fudan University Press, 我们的军队系列丛书 (Serie: Unsere Streitkräfte)
- Martinson, Ryan D./Dutton, Peter A. (2018): *China's Distant-Ocean Survey Activities – Implications for U. S. National Security*. Newport, R. I.: US Naval War College, CMSI China Maritime Reports
- Meyer, Manfred (2023): *Modern Chinese Maritime Forces. A compilation of ships and boats of the Chinese Navy, Coast Guard, Maritime Militia, and other State Authorities*. Washington, D. C.: Admiralty Trilogy Group
- Ou, Xiaolin/Zhu, Junjiang/Li, Sanzhong/Jia, Yonggang/Jia, Zhongjia/Zhang, Shengsheng/Zhang, Shaoyu/Chen, Ruixue/Chen, Xingquan/Ding, Dong/Xing, Huilin/Suo, Yanhui/Wang, Pengcheng/Liu, Yongjiang (2021): Submarine Geomorphological Features and Their Origins Analyzed from Multibeam Bathymetry Data in the South China Sea, in: *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (12), 1419; <https://doi.org/10.3390/jmse9121419>
- Pollpeter, Kevin/Stokes, Mark (2016): China's Military Shipbuilding Research, Development, and Acquisition System, in: Andrew S. Erickson (Hrsg.): *Chinese Naval Shipbuilding – An Ambitious and Uncertain Course*. Annapolis, MD: US Naval Institute
- U. S. Office of Naval Intelligence (2009): *The People's Liberation Army Navy. A Modern Navy with Chinese Characteristics*. Washington, D. C. US.Navy; <https://irp.fas.org/agency/oni/pla-navy.pdf>
- Wang, Wei/Yu, Fujian/Zhang, Jun (2022): 基于云算的探潜信息综合处理系统建研究 (Construction Research on Integrated Processing System of Anti-submarine Detection Information Based on Cloud Computing), in: *数字海洋与水下攻防 (Digital Ocean & Underwater Warfare)* 5 (1)
- Wang, Feng/Zhang, Dong/Song, Feilong (2022): 锂离子电池装备于常规潜艇可行性分析 (Feasibility Analysis of Lithium-ion Batteries in Conventional Submarine), in: *船电技术 (Marine Electric & Electronic Engineering)* 42 (10); DOI:10.13632/j.meee.2022.10.004
- Weinbaum, Cortney/O'Connell, Caolionn/Popper, Steven W./Bond, M. Scott /Byrne, Hannah Jane/Curriden, Christian/Fauerbach, Gregory Weider/Lilly, Sale/Mondschein, Jared/Schmid, Jon (2022): *Assessing Systemic Strengths and Vulnerabilities of China's Defense Industrial Base*. Santa Monica, Cal.: RAND Corporation
- Yao, Haiyang/Wang, Haiyan/Zhang, Zhichen/Xu, Yong/Kurths, Juergen (2021): A stochastic nonlinear differential propagation model for underwater acoustic propagation – Theory and solution, in: *Chaos, Solitons & Fractals*, 150, 111105; <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2021.111105>, verfügbar bei <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960077921004598>
- Ye, Liyu/Wang, Chao/Guo, Chunyu/Chang, Xin (2018): 潜艇破冰上浮近场动力学模型 (Peridynamic Model for Submarine Surfacing Through Ice), in: *中国舰船研究 (Chinese Journal of Ship Research)* 13(2), 51–59
- Ye, Liyu/Wang, Chao/Chang, Xin/Zhang, Hongyu (2018): 冰桨接触的近场动力学模型 (Peridynamic Model for Propeller-Ice Contact), in: *哈尔滨工程大学学报 (Journal of Harbin Engineering University)*, 39 (2)
- Yu, Caoyang/Xiang, Yinbao/Maurelli, Francesco/Zhang, Qin/Zhao, Rui/Xu, Guohua (2019): Onboard System of Hybrid Underwater Robotic Vehicles – Integrated Software Architecture and Control Algorithm, in: *Ocean Engineering*, 187, 106121; <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106121>

- Zhang, Yan/Wu, Zhidong/Zhang, Yuling (2022): 美英潜艇指控系统发展历程及启示 (Development of U. S. and British Submarine Command Systems and Enlightenment), in: 数字海洋与水下攻防 (*Digital Ocean & Underwater Warfare*), (06), 553–558; doi:10.19838/j.issn.2096-5753.2022.06.010
- Zheshang Securities Co. Ltd. (2021): 舰船水声防务龙头,内生外延双轮驱动——中国海防深度报告 (Ein Führer in hydroakus-

tischer maritimer Verteidigungstechnik, mit Zweiradantrieb unterwegs von inländischen Ursprüngen zu einer nach außen gerichteten Expansion – ausführlicher Bericht über CSSC China Marine Information Electronics Company Ltd., China Haiphong). Hangzhou: Zheshang Securities; https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202202081545678276_1.pdf?1644326407000.pdf