

NUR VERGANGENHEIT ODER SCHON GESCHICHTE?

DIE STAHLKRISE IM DEUTSCHEN U-BOOT-BAU

Heinrich Schütz

Der Neuaufbau der Bundesmarine in den 50er Jahren wurde vorwiegend von Marinetechnikern der Kriegsgeneration gestaltet. Manchen steckte noch die sogenannte Torpedokrise aus den Anfangsjahren des Krieges in den Knochen. Nun mussten sie schon nach wenigen Jahren auch in der neuen Ära einen herben technischen Rückschlag hinnehmen. Und wieder war die U-Boot-Waffe davon betroffen. Diesmal drohte die Gefahr für die Boote und ihre Besatzungen allerdings nicht – wie damals – aufgrund frontuntauglicher Torpedos, sondern die Gefährdung leitete sich aus der Festigkeit des Druckkörpers her. Sie begleitete die Besatzungen somit ständig und unmittelbar, also auch im Übungsbetrieb und in Zeiten der Entspannung.

Was war geschehen? Die Bundesrepublik Deutschland rüstete auf. Und zu den ersten großen Projekten Ende der 50er Jahre gehörte ein neues U-Boot. Die deutschen U-Boot-Bauer hatten dabei den Ehrgeiz, auf dem Boden ihrer Weltkrieg II-Erfahrungen das modernste Boot der Welt zu bauen. Es sollte nicht nur den hohen Anforderungen der Festigkeit, insbesondere der Schockfestigkeit, genügen, sondern es musste auch amagnetisch sein, um gegen die Gefährdung von Minen und die Entdeckung durch magnetische Ortungssysteme aus der Luft geschützt zu sein.

Ein Rüstungsprojekt gerät in die Schlagzeilen

Für U201 – so die Bezeichnung der neuen U-Boot-Klasse – wurde ein dementsprechender Stahl auf dem Markt gesucht und auch gefunden. Jedoch schon wenige Monate nach der Indienststellung des ersten Bootes U1 (etwa Mitte 1962) zeigten sich Risse in den Tauchzellen. Solch ein Ereignis löst im U-Boot-Bau immer die höchste Alarmstufe aus. Als dann auch bei den Folgebooten ähnliche Schäden beobachtet wurden, kam die Lawine so richtig ins Rollen, und es baute sich ein enormer Druck ge-

gen das Projekt in der Öffentlichkeit auf. Deutschland hatte seinen ersten großen Rüstungsskandal.

Überregionale Tageszeitungen und Wochenzeitungen berichteten ausführlich über die »Stahlkrise« im deutschen U-Boot-Bau. Die Rede war von Schäden in Höhe von 30 bis 60 Millionen DM, von erheblichen Terminverzögerungen im Bauprogramm und von starken Einsatzbeschränkungen der Flotte. »Der Stahl ist brüchig«, so konnte man in der Presse lesen, und es mangelte

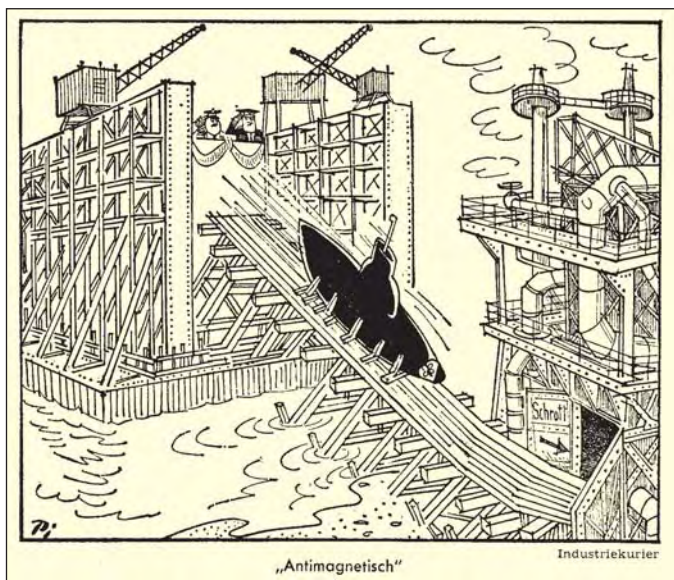
Das Ende der Geschichte soll hier gleich vorweggenommen werden: Das Stahlproblem der U-Boote konnte in relativ kurzer Zeit gelöst werden, und die danach entwickelte Lösung hat noch heute Bestand. Deutschland wuchs in der Folgezeit zur führenden Nation für den Bau von amagnetischen konventionellen U-Booten auf.

Zuerst die Werkstoffauswahl und dann die Probleme

Die Anforderungen an das Material für den Bau der U-Boot-Druckkörper waren hoch. Zunächst sollte der Stahl eine große Widerstandskraft gegen Korrosion in Seewasser besitzen. Insbesondere aber verlangte die Forderung nach Schockfestigkeit ein Material mit hoher Dehnung und Kerbschlagzähigkeit. Die Streckgrenze sollte nicht unter der des ferritischen Schiffbaustahls St 52 liegen. Bisher konnten die Festigkeitsforderungen außer von dem bewährten Schiffbaustahl St 52 auch von dem US-Stahl HY 80 hinreichend erfüllt werden. Die zusätzliche Forderung der Bundesmarine nach einem weitgehend amagnetischen Boot hatte dann aber zur Folge, dass ein neuer amagnetischer Stahl entwickelt oder zumindest irgendeiner der existenten amagnetischen Baustähle an die Belange des U-Boot-Baus angepasst werden musste. Im Hinblick auf diese Forderung wurde also ein Stahl mit einem austenitisch stabilen Gefüge gesucht. Man war fest davon überzeugt, dass dies der Stahlindustrie gelingen würde.

Am Ende machte unter zwölf Kandidaten ein Stahl der österreichischen Firma Schoeller-Bleckmann das Rennen. Die Auswahl erfolgte im Jahr 1959.

Es handelte sich dabei um einen nichtmagnetisierbaren (dieser Begriff ersetzt inzwischen die Bezeichnung »amagnetisch«) Chrom-Nickel-Stahl mit der Bezeichnung AM 10, der durch einen besonders niedrigen Kohlenstoffgehalt gekennzeichnet war. Hochfeste austenitische Stähle besitzen die für den U-Boot-Bau besonders vorteilhaft-

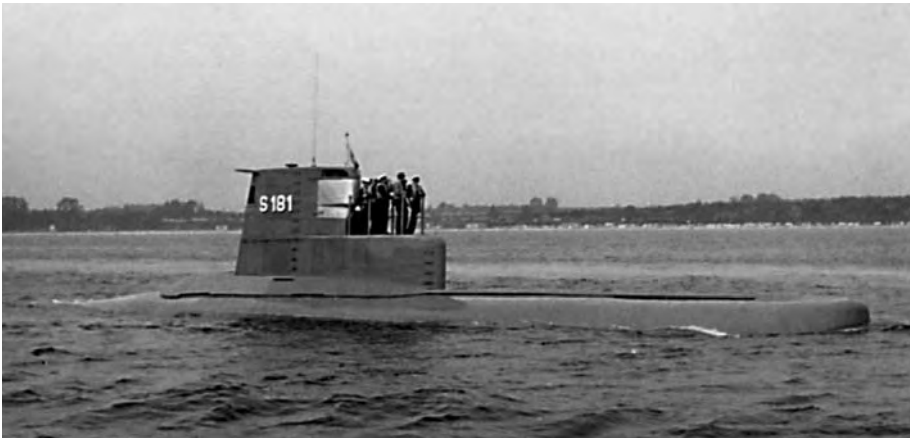


Eine Karikatur zur Stahlkrise im deutschen U-Boot-Bau, veröffentlicht im Wochenmagazin DER SPIEGEL Nr.22/1963.

nicht an Vorwürfen und an Häme. Zu allem Überfluss wurde das Stahlproblem auch noch in die Nähe des Geheimnisverrates gerückt. Dies war eine völlig sinnlose Unterstellung, denn jedem Fachmann musste klar sein, dass sich die amagnetische Bauweise eines U-Bootes auf Dauer nicht geheim halten ließ.

Der damalige Bundesminister der Verteidigung Kai-Uwe von Hassel hatte sich am 8. Mai 1963 im Bundestag zur Stahlkrise rechtfertigen müssen. Sein zuständiger Abteilungsleiter im Ministerium trat im Zuge dieser Ereignisse zurück, wobei nie ganz klar geworden ist, ob es für diesen Rücktritt nicht auch andere Gründe gegeben hatte.

In der Bundesrepublik brodelte es jedenfalls. Der Rüstungsbereich und mit ihm die junge Bundesmarine mussten ihre erste kritische Phase durchstehen.



Das von der Stahlkrise betroffene U-Boot U2 der Klasse 201 (Slg. Schütz)



Schweißnaht der Druckkörpersektion eines U-Bootes aus nichtmagnetisierbarem Stahl

Spannungsrissskorrosion ist ein elektrochemischer Vorgang, der bei gleichzeitiger Einwirkung eines Korrosionsmittels und einer mechanischen Zugspannung abläuft. Man spricht von interkristalliner Spannungsrissskorrosion, wenn der durch die Spannungsrissskorrosion hervorgerufene Riss entlang der Korngrenzen des metallischen Gefüges verläuft.

Zu den spektakulärsten SRK-Schadensfällen im Hochbau zählte übrigens im Jahre 1980 der Einsturz der Berliner Kongresshalle.

te Eigenschaft, dass nach dem Überschreiten der Fließgrenze noch eine große plastische Reserve vorhanden ist. Dieses »Plastifizierungsvermögen« verhindert, dass es unter extremer Belastung sofort zu einem Bruch oder Riss des Materials kommt. Man spricht in diesem Fall von einem guten dynamischen Festigkeitsverhalten.

Während für den Druckkörper der Stahl AM 10 ausgewählt wurde, entschied man sich, die weniger stark belasteten Bauteile aus AM 20 zu fertigen. Hierbei handelte es sich um eine Materialvariante zum Stahl

AM 10, die den Vorzug hatte, dass sie sich wesentlich besser verformen ließ.

Die beiden zur Anwendung ausgewählten Stähle wurden in einem Hamburger Prüflabor umfangreichen Materialtests unterzogen, so wie sie damals für Baustähle üblich waren. Zunächst sah auch alles gut aus.

Der Auftrag über den Bau von 12 Booten ging am 16. März 1959 an die Kieler Howaldtswerke AG, wobei die Werkstattzeichnungen aus dem Ingenieurkontor Lübeck (IKL) stammten.

Die Boote erhielten die Klassenbezeichnung 201. Als dann im Verlauf der Bau durchführung umfangreiche Änderungen am Entwurf vorgenommen werden mussten, änderte man die Klassenbezeichnung ab Boot Nr.4 in Klasse 205.

Schon wenige Monate nach der Indienststellung von U1 – dies war etwa Mitte 1962 – entdeckte man die ersten Risse in den Tauchzellen. U2 zeigte im gleichen Zeitraum Rissbildungen im Druckkörper. Nach und nach meldeten auch die anderen bereits in Dienst gestellten Boote ähnliche Materialschäden, meist in der Nähe von Schweißnähten. Das Werkstoffproblem war offenkundig und ließ sich nicht länger unter den Teppich kehren.

Nahezu zeitparallel zum Bau der U-Boote Klasse 201/205 meldeten darüber hinaus die Bremer Atlas-Werke, die zwei kleinere U-Jagd-U-Boote Klasse 202 aus dem gleichen Stahl bauten, dass Probleme mit interkristalliner Korrosion zu erwarten wären. Dieser Meldung hatte man zunächst wenig Beachtung geschenkt.

Nach den ersten Rückschlägen mit der Klasse 201/205 war man nun zum Handeln gezwungen. Gezielte Laborversuche zeigten eindeutig, dass der für den Druckkörper ausgewählte nichtmagnetisierbare Stahl AM 10 zu interkristalliner Spannungsrissskorrosion (SRK) neigte.

Erste Reaktionen und Maßnahmen

Der Schock saß tief, und man kann sich vorstellen, mit welcher Hektik in den folgenden Wochen nach Lösungen gesucht wurde.

Die Marine reagierte mit Einsatzbeschränkungen. Hiervon waren zunächst die Boote 1 und 2 betroffen, für die von nun an eine strikte Tauchtiefenbeschränkung galt. Außerdem wurde angeordnet, dass alle in Dienst gestellten Boote regelmäßig zu Drucktests in ein Tieftauchgebiet vor der norwegischen Küste fahren mussten.

Zu den wichtigen Erkenntnissen und Folgerungen dieses Rückschlags gehörte daher auch der Bau eines Druckdocks, in dem alle U-Boote zu vorgegebenen Terminen einem simulierten Tieftauchttest unterzogen wurden. Damit ließen sich die aufwendigen Fahrten in das norwegische Tauchgebiet vermeiden, und die Techniker bekamen fortan vergleichbare und reproduzierbare Werte an die Hand. Das Druckdock stand ab 1967 zur Verfügung und ist bis zum heutigen Zeitpunkt ein äußerst effektives und wirtschaftliches Messwerkzeug geblieben. Es hat nicht nur wichtige Dienste für die U-Boot-Klasse 205 sondern vor allen Dingen auch für die Nachfolgekategorie 206/206A geleistet. Für die neuen U-Boote Klasse 212A reichen die Abmessungen des Druckdocks allerdings nicht mehr aus, und es ist damit zu rechnen, dass



U4 war das erste Boot, das wesentliche Entwurfsveränderungen erfuhr und der Klasse 205 zugeordnet wurde



es nach der Außerdienststellung des letzten U-Bootes Klasse 206A verschrottet wird.

U3 hatte man nach der Fertigstellung an das befreundete Norwegen ausgeliehen. Das Boot fuhr unter dem Namen *KOBLEN* und war als Prototyp für die neue norwegische U-Boot-Generation vorgesehen. Die Norweger konnten mit einem Boot, das solch ein Handicap aufwies, offensichtlich wenig anfangen und gaben es bereits 1967 an Deutschland zurück. Es wurde einige Jahre später in einem Großversuch bis zur Zerstörung im Druckdock abgedrückt.

Die Bundesmarine hätte wohl in dieser Situation das Bauprogramm am liebsten abgebrochen. Das wäre aus der Sicht des Bedarfsträgers auch konsequent und verständlich gewesen. Aber es kam nur zu einem Baustopp ab Boot 9. Denn alle Bestellungen waren bereits getätigt, und der mit dem starken Mangel behaftete Stahl lagerte bereits für die Boote 4 bis 8 auf der Werft.

Dort war man verzweifelt bemüht, den Schaden zu minimieren. Die Schiffbauer versuchten es mit dicken Kunststoffanstrichen, mit Spritzverzinkung, mit zusätzlichen Opferanoden und mit kathodischem Korrosionsschutz durch Fremdstrom. Aber im Grunde war es nur ein »Herumdoktern« an dem Problem. Zu einer »Heilung« führte keine der getroffenen Maßnahmen.

Die Risse waren nicht zu stoppen, und mit ihnen kam die Angst.

Die Lösung des Problems

Was war schiefgelaufen, und wie und wo musste man den Hebel ansetzen?

Für den Druckkörper war ein Werkstoff ausgewählt worden, von dem eigentlich von vornherein erwartet werden musste, dass er korrosionsanfällig war. Aber trotz Kenntnis dieser Schwachstelle hatte man die für die Einführung des neuartigen Stahls notwendigen Tests im Eilverfahren durchgeführt. Falsche Ansätze und handwerkliche Fehler bei den Prüfungen kamen noch hinzu. Der größte Irrtum war die Annahme, dass die bisher für Baustähle anerkannten Prüfungen auch den Einsatz in Seewasser abdeckten. Hierzu zählte beispielsweise ein 7-tägiger Labortest des Stahls in ungeschweißtem Zustand und in einer 42-prozentigen Magnesium-Chlor-Lösung. In einem anderen Fall hatte man im April 1961 bei einer Werkstoffprüfung in einem Hamburger Labor die Stahlproben von AM 10 und AM 20 verwechselt, was im Endeffekt zu verhängnisvollen Fehlschlüssen führte. Und man wusste schlicht viel zu wenig über das Ermüdungsverhalten von nichtmagnetisierbaren Stählen unter wechselnden Belastungen und in Seewasser.

Die Situation war äußerst kritisch. Man registrierte jetzt mit Sorge, dass hier technisches Neuland betreten wurde und ein Rückschlag dieser Art und Größenordnung

den U-Boot-Bau in Deutschland um viele Jahre zurückwerfen würde.

Nur so ist zu verstehen, dass man sich zunächst dazu entschloss, in einem ersten Schritt die Boote U1 und U2 aus dem ferritischen Schiffbaustahl St 52 nachzubauen. Diese beiden gegenüber dem ersten Entwurf etwas abgeänderten Boote wurden 1966 bzw. 1967 in Dienst gestellt. So hatte man wenigstens zwei Boote zur Verfügung, auf denen die zukünftigen Besatzungen ausgebildet werden konnten.

Aber es gab in diesen für den U-Boot-Bau so entscheidenden Tagen auch einige engagierte Fachleute, die an dem nichtmagnetisierbaren Stahl festhalten wollten und einen erneuten Versuch mit neu entwickelten Stählen wagten. Mit Zustimmung des Bundesministeriums der Verteidigung wurde ein mutiges Konzept entwickelt, das zu einer dauerhaften Lösung des Stahlproblems führen sollte:

Man entschied, dass die vier noch ausstehenden Boote aus drei artverwandten Stählen gebaut werden sollten, und zwar

- ▶ U9 und U10 aus AM 53 der Firma Schoeller-Bleckmann,
- ▶ U 11 aus PN 18 S2 der Firma Phoenix-Rheinrohr-Stahl und
- ▶ U12 aus Amanox 182 M9 der Firma Stahlwerke Südwestfalen.

Als letztes der vier Boote wurde U12 1969 in Dienst gestellt. In der Zwischenzeit waren bereits die Planungen für die Nachfolgegeneration U-Boot Klasse 206 angelaufen, und man sah sich gezwungen, schnell zu entscheiden, aus welchem der drei nichtmagnetisierbaren Stähle diese Boote gebaut werden sollten.

In den Tests und Vergleichserprobungen erwies sich der bei U11 eingesetzte Stahl PN 18 S2 als am besten geeignet. Die Entscheidung war damit schnell gefallen. Heute wissen wir, dass diese Wahl richtig war. Aus diesem Stahl wurden dann nicht nur die Boote der Klasse 206 sondern auch die vier Boote der Klasse 212A gebaut, die mittlerweile alle ihren Dienst in der Flotte verrichten.

PN 18 S2 hat sich mittlerweile über 30 Jahre als U-Boot-Stahl bewährt und ist unter der Werkstoffnummer 1.3964 mit der DIN-Bezeichnung X2CrNiMnMoNb 21-16-5-3 in die Normung eingegangen.

In den 90er Jahren ist noch einmal diskutiert worden, ob für die U-Boote Klasse 212A der etwas höher legierte Stahl 1.3974 zur Anwendung kommen sollte.

Die Erfahrungen mit dem Stahl 1.3964 waren jedoch so überzeugend gewesen, dass man diesen Plan wieder fallen ließ. Dabei spielte sicherlich auch die Frage möglicher neuer Risiken eine Rolle, die sich gegebenenfalls mit der Entwicklung eines passenden Schweißzusatzwerkstoffes noch weiter erhöht hätten.



U23, ein Boot der Klasse 206A, das aus dem neuen Stahl 1.3964 hergestellt wurde (Foto: Kai Henrik Schütz)



U-Boot-Parade auf der Kieler Förde anlässlich der Feierlichkeiten zu »100 Jahre deutscher U-Boot-Bau« im Mai 2007. Von links: U24 (Klasse 206A), U34 (Klasse 212A), U23 (Klasse 206A), norwegisches U-Boot UTHAUG der in Deutschland gebauten ULA-Klasse

Folgen und Folgerungen

1961 bis 1963 hatte der deutsche U-Boot-Bau drei schwere Jahre durchzustehen. Korrosionsprobleme mit einem neuartigen nichtmagnetisierbaren Stahl führten zu Rückschlägen, die bei der Flotte Unsicherheit und Frustration hervorriefen und die Existenz der U-Boot-Industrie stark gefährdeten. Aber die U-Boot-Bauer konnten sich aus dieser schwierigen Lage, in die sie mangels hinreichender Erfahrungen und mit vielleicht etwas zu großer Euphorie hineingeraten waren, innerhalb kurzer Zeit wieder befreien. Dieser Befreiungsakt war zweifellos eine Ingenieurleistung, die man nicht hoch genug einschätzen kann.

Das Produkt, das am Ende des Entwicklungsprozesses stand, war der nichtmagnetisierbare austenitische Stahl 1.3964, mit dem der deutsche U-Boot-Bau in der Folgezeit Weltgeltung erlangte und der im

Das erste Boot der Klasse 212A (U31) kurz vor der Indienststellung



Das vierte Boot der Klasse 212A (U34) am Tag nach seiner Indienststellung im Mai 2007

Grunde auch heute noch das Maß aller Dinge ist. Der Stahl konnte in der erforderlichen Qualität von deutschen Stahlwerken gefertigt werden, und die Werften in Norddeutschland hatten das für seine Verarbeitung spezifische Know-how entwickelt.

Das Vertrauen in diesen Stahl war so groß, dass man ihn Mitte der 80er Jahre auch für den Bau der 22 Minenkampf- und Minenjagdboote Klasse 343/332 auswählte. Bei dieser Anwendung (mit leicht veränderten Legierungsbestandteilen) waren die Anforderungen sogar noch höher,

weil der Stahl in Blechstärken von nur 4 bis 6 mm hergestellt und verarbeitet werden musste. Aber die deutsche Industrie hat auch diese Herausforderung gemeistert, und die Boote haben sich in einer über 20-jährigen Einsatzzeit hervorragend bewährt.

Im Zuge der Aufarbeitung dieser Rückschläge gab es auch so manch Nachdenkenswertes zu hören und lesen. Dr.-Ing. h.c. Waas, der in der zweiten Hälfte der 60er Jahre die Unterabteilung Wehr-

technik See im Bundesministerium der Verteidigung leitete und somit auch für den U-Boot-Bau verantwortlich war, hat in seinem Resümee zur Stahlkrise die Stärkung der amtlichen Bauaufsichten bei der Fertigung, eine wissenschaftlich saubere Arbeitsweise mit sorgfältiger Dokumentation der Ergebnisse sowie höher qualifizierte Prüfverfahren und Prüflabors gefordert. Insbesondere aber stellte er heraus, dass vor Beginn von großen Ingenieuraufgaben – und dazu zählt eigentlich immer der U-Boot-Bau – geprüft werden müsste, ob die personellen fachlichen Kapazitäten sowohl auf der Industrie- als auch auf der Behördenseite vorhanden wären. Ähnlich äußerte sich damals der Präsident der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, als er das Missverhältnis zwischen Aufgaben und Personalstärke auf der amtlichen Seite »als primäre Ursache der U-Boot-Rückschläge« hervorhob.

Aber diese Erkenntnis ist uns allen ja bekannt, spätestens seitdem wir den Film »Das Boot« gesehen haben. Wie hatte es dort der Kommandant mit wenigen Worten auf den Punkt gebracht: »Gute Leute muss man eben haben.«

Dipl.-Ing. Heinrich Schütz, Erster Direktor BWB a.D., war in der ersten Hälfte der 90er Jahre Vorhabenmanager der U-Boote Kl. 212 und bis Ende 2003 Leiter der Projektteilung See im Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung, Koblenz