

Vedlegg C

Ammunisjonsbeholdning i Kriegsmarines Type IX D2 ubåt, U-864



Lasting av G7e(TIII) torpedo på en Kriegsmarine-ubåt under 2. verdenskrig (Bundesarchiv)

1. INNLEDNING

1.1 Generelt

Vedlegget beskriver den ammunisjon som - basert på tilgjengelig kunnskap- forventes å ha vært oppbevart i U-864 da den ble senket utenfor Fedje 9. februar 1945.

Av hensyn til tidligere utredningers påstander om, og vektlegging av, torpedoer + det faktum at de utgjør den dominerende beholdning av eksplosiver i vraket, gis disse mest fokus.

Mht. generell lokalisering av ammunisjonsobjekter i vraket, vises det også til stor-skala tegning av ubåten hvor dette er angitt (tidligere presentert og overlevert i både fysisk og elektronisk kopi til Kystverket fra Forsvarsmateriell (FMA)).

1.2 Kategorisering av ammunisjon

For risikovurderingenes del (ref. Vedlegg A), er det ansett som formålstjenlig å kategorisere de ulike ammunisjonstypene i tre «klasser», basert på netto eksplosivinnhold (NEI):

- Samlet NEI opp til 1 kg: **Små eksplosiver** = Signalammunisjon, ammunisjon til linekastere/maskingevær/maskinpistoler/pistoler, håndgranater og løse/enkle granater til luftvernkanoner
- Samlet NEI fra 1 kg opp til 50 kg: **Medium eksplosiver** = Flybomber, artilleriammunisjon (granater til sjømålskanon og magasiner/kasser med granater til luftvernkanoner), demoleringsladninger og løse tennapparater til torpedoer
- Samlet NEI over 50 kg: **Store eksplosiver** = Torpedokrigshoder

Vurderingen baserer seg på samlet NEI for enkle objekter som ligger for seg selv eller samlet for objekter som er sammenstilt fysisk (dvs. lagret inntil hverandre eller i felles innkapsling som f.eks. transportkasser, magasiner ol.).

2. INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	1
1.1 Generelt	1
1.2 Kategorisering av ammunisjon	1
2. INNHOLDSFORTEGNELSE	2
3. TORPEDOER	3
3.1 Generelt om torpedolasten	3
3.1.1 Anvendte torpedomodeller	3
3.1.2 Torpedobeholdning	3
3.1.3 Reservetorpedoer	3
3.1.4 Identifisering av torpedoer	9
3.1.5 Lokalisering av torpedoer	10
3.1.6 Baug torpedorom	10
3.1.7 Hekk torpedorom	10
3.2 Torpedorør	10
3.3 Sprengstoff benyttet i tyske torpedoer	14
3.3.1 Oppbygning	14
3.3.2 Hovedladninger	14
3.3.3 Tennladninger	14
3.3.4 Detonatorer	14
3.4 Teknisk beskrivelse av torpedoer	14
3.4.1 Torpedo G7e(THI)/G7e(THIa Fat II)	14
3.4.2 Torpedo G7es(TV)/G7es(TXI)	15
3.4.3 Krigshode type Kb og variant Kb1	15
3.4.4 Krigshode type Ke og variant Ke1	16
3.4.5 Tennapparat type Pi 1 og Pi 2	17
3.4.6 Tennapparat type TZ 5 m/Pi 4c	22
3.5 Trykkluftbeholdere i torpedoer	24
4. FLYBOMBER	26
5. ARTILLERIAMMUNISJON	27
5.1 Generelt	27
5.2 Brannrør	27
5.3 Sjømålskanon	27
5.4 Luftvernkanoner	29
6. AMMUNISJON TIL MASKINGEVÆR OG HÅNDVÅPEN	34
6.1 Maskingevær	34
6.2 Maskinpistoler	35
6.3 Pistoler	35
7. HÅNDGRANATER	37
8. LINEKASTER	38
9. SIGNALAMMUNISJON	39
10. DEMOLERINGSLOADNINGER	40
11. SAMLET AMMUNISJONSBESKRIVELSE MED LOKALISERING OG NEI	42
12. ANVENDT REFERANSELITTERATUR	43
12.1 Arkivundersøkelser relatert U-864	43
12.2 Ammunisjonslast	43
12.2.1 Torpedoer	43
12.2.2 Flybomber	43
12.2.3 Artilleriammunisjon	43
12.2.4 Ammunisjon til maskingevær og håndvåpen	44

12.2.5	Håndgranater	44
12.2.6	Signalammunisjon	44
12.2.7	Demoleringsladninger	44
12.3	Generelt	44

3. TORPEDOER

3.1 Generelt om torpedolasten

3.1.1 Anvendte torpedomodeller

Kriegsmarine hadde totalt 32 ulike torpedomodeller i bruk, eller under ulik grad av utvikling, fra 1934 til 1945 med forskjellige typer teknologi anvendt for henholdsvis fremdrift/kraftkilde og kontrollsystem. Av fremdriftssystemene var det for havgående ubåters del kun tradisjonelle damp- (wetheat) og elektriske drivmaskiner som ble tatt i operativ bruk før krigsslutt.

På ubåter ble torpedomodeller med elektrisk fremdrift (type G7e) brukt parallelt med dampdrevne torpedoer (type G7a). Sistnevnte hadde betydelig høyere ytelse mht. hastighet og rekkevidde, men avga en stor mengde trykkluft som var synlig som en «boblebane» på overflaten og kunne avsløre ubåtenes posisjon. Disse torpedoene ble derfor kun brukt i mørke, mens de mer «usynlige» elektriske torpedoene ble brukt på dagtid. Ubåtene førte en blandet last av G7a- og G7e-modeller frem til det siste krigsåret.

«Ständige Kriegsbefehle des Befehlshaber der Unterseeboote» (stående ordre utstedt av kommandanten for Kriegsmarines ubåtvåpen) ga føringer for standard torpedolast på tyske ubåter under andre verdenskrig, hvor den siste av disse var «Ständige Kriegsbefehle Nr. 60», utstedt i november 1944, som dikterte at dampdrevne torpedoer av type G7a (dvs. G7a(TI) med undervarianter) i praksis ble utfaset for ubåtenes del, kun med åpning for bruk ved spesielle behov.

3.1.2 Torpedobeholdning

Fra høsten 1944 ble flere ubåter av type IX D2 brukt i en dobbeltrolle som såkalt kampransport ubåt, sammen med et antall øvrige tyske, italienske og japanske ubåter (rundt 50 fartøyer i alt). Dette innebar at fartøyene ble konfigurert til maksimal kapasitet for transport av forsyninger til de tyske basene i det fjerne østen, samt råvarer og teknologi/materiell til keiserdømmet Japan og tilsvarende i retur til Tyskland.

U-864s siste oppdrag innebar b.la. transport av ca. 67 tonn kvikksølv, en stor mengde planer og informasjon om tysk våpenteknologi, samt to japanske passasjerer til Japan. Hovedoppgaven var å bringe lasten og passasjerene trygt frem til bestemmelsesstedet.

U-864 sitt oppdrag innebar også at våpenutrustningen hadde en utpreget selvforsvarsrolle. G7a(TI) torpedoene var - med sin lange rekkevidde - primært offensive våpen som ga større treffsannsynlighet spesielt mht. allierte konvoier hvor man med programstyringsmekanismer kunne oppnå flere målpasseringer i tilfelle initiell bom.

Dette, sammen med gjeldende stående ordre og informasjon om installasjon av logistikkontainere, tilsier at U-864 ikke var utrustet ned G7a(TI) torpedoer på sitt siste oppdrag. Basert på informasjon om øvrige ubåter med samme type oppdrag, kan det med svært stor sannsynlighet fastslås at U-864 hadde en last med åtte torpedoer om bord, fordelt på G7e(TIIa Fat II) og G7es(TV) / G7es(TXI).

3.1.3 Reservetorpedoer

Type IX D2 hadde opprinnelig tolv ytre lagringskontainere på øvre dekk for oppbevaring av reservetorpedoer (ga en total kapasitet 24 torpedoer). Disse var utelukkende tiltenkt G7a(TI), siden G7e-modeller ikke kunne oppbevares utenfor trykkskrog av hensyn til batteripakkenes behov for jevnlig vedlikehold.

Syv av U-864 sine lagringskontainere var imidlertid fjernet før det siste oppdraget: En kontainer på akterdekk ble fjernet til fordel for snorkelinstallasjon og alle seks kontainere på fordekk ble fjernet i.fbm. modifikasjon av formskrog for hurtigdykke-kapasitet.

I krigsdagboken til U-864 omtales installasjon av «behalter für Monsun-Ladung» (beholdere for monsunlast) under et verftsopphold i Stettin mellom 19. oktober og 7. november 1944.

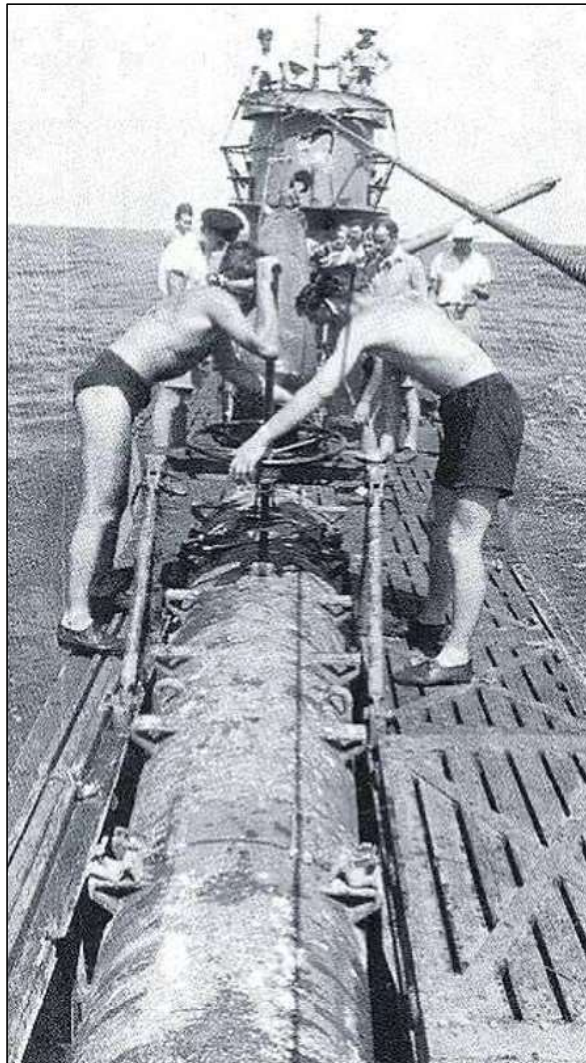
«Monsun-Ladung» var dekknavnet for leveranser til Japan, så dette refererer m.a.o. til logistikkontainerne som ble brukt til å lagre gods, og som erstattet lagringskontainerne for reservetorpedoer på øvre dekk.

Det har vært vanskelig å finne dokumentasjon og illustrasjoner som viser tydelig forskjell på standard containere for reservetorpedoer og logistikkcontainere, gitt at man sannsynligvis benyttet førstnevnte som utgangspunkt. Basert på tilgjengelig dokumentasjon fra bla. U-532 (ble innbrakt til England etter kapitulasjonen, på vei fra Japan lastet med ulike råvarer til den tyske krigsindustrien), ref. illustrasjoner/bilder som er tatt inn nedenfor, anser vi følgende:

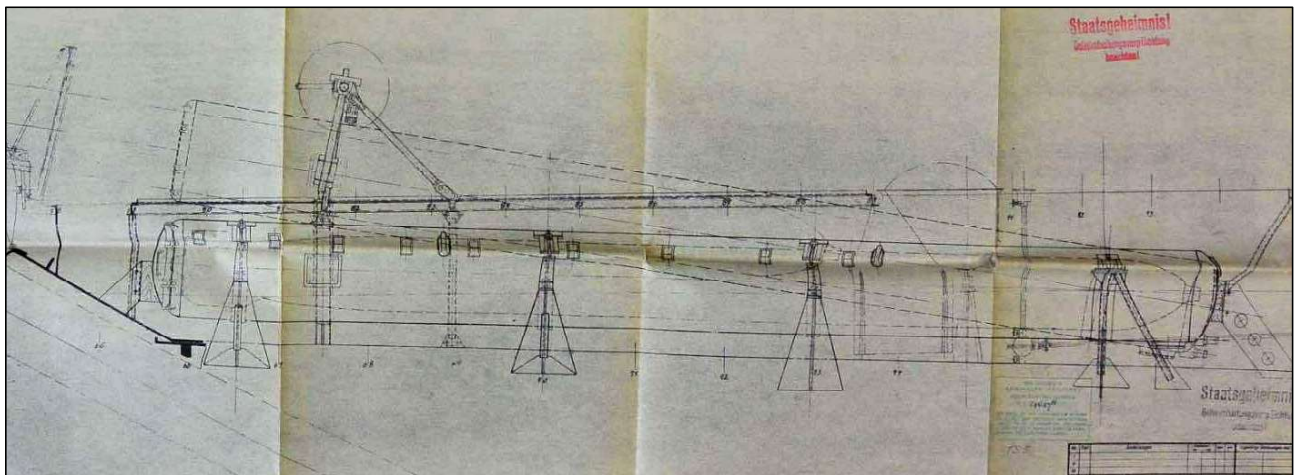
- Torpedokontainerne er hengslet i bakkant med en luke i dekksplaten (evt. at denne fjernes) for tilkopling av en skrumekanisme som hever containeren opp til posisjon for å legge inn/trekke ut torpedo for etterfylling til torpedorommene ombord.
- Logistikkcontainerne ser ut til å være innfestet for enklest mulig inn- og utmontering mtp. håndtering og pakking av gods på land.



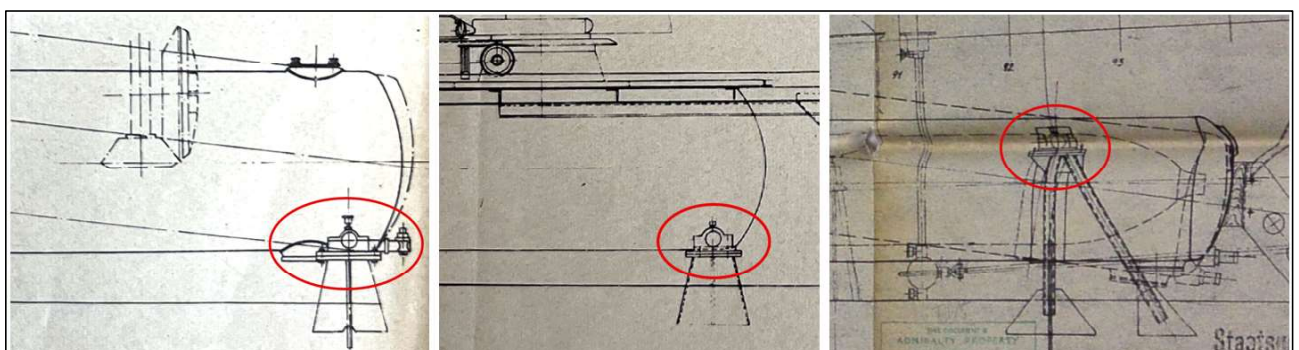
G7a(TI) torpedo hales inn i beholder for reservetorpedo på dekk av en ukjent ubåt (U-Historia)



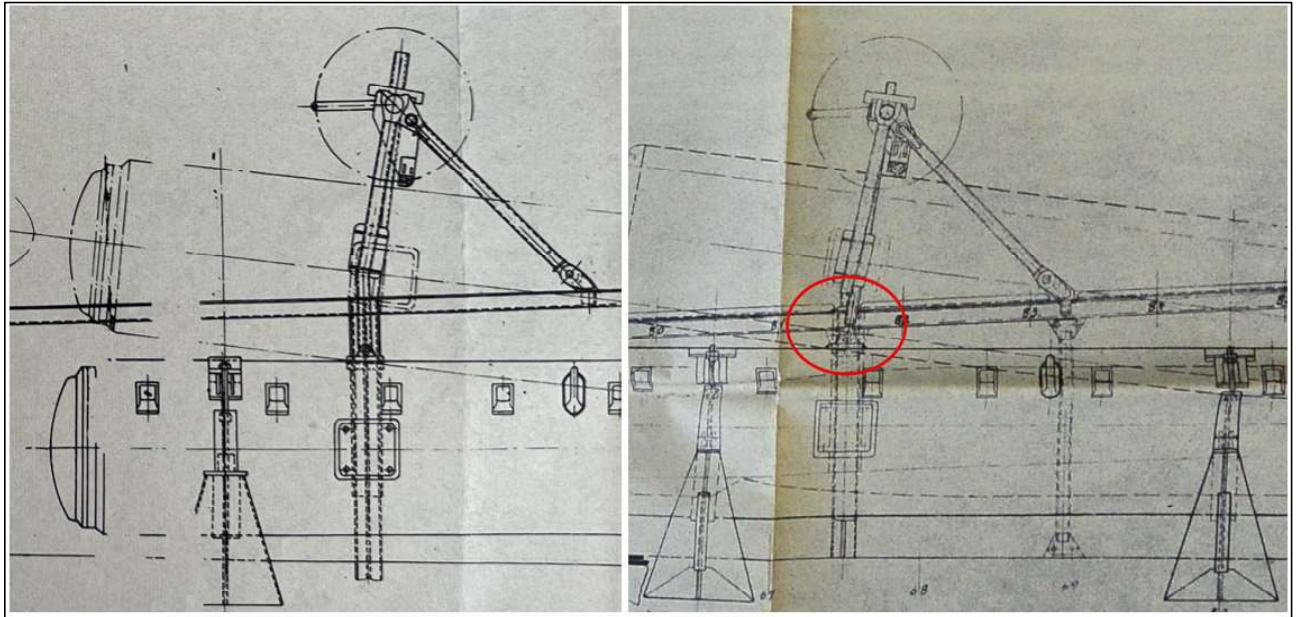
Åpning av beholder for reservetorpedo på fordekk av en ukjent ubåt (U.S. National Archives and Records Administration)



Tegning av kontainer for reservetorpedo med løftemekanisme (dokument fra Kriegsmarine arkivstykke via Håvard Hovdet)



Utsnitt av tegninger med markert hengsling - i forskjellige utforminger - av beholder for reservetorpedo (dokumenter fra ulike Kriegsmarine arkivstykker via Håvard Hovdet)



Utsnitt av tegninger som viser hevemekanisme på beholder for reservetorpedo (dokumenter fra ulike Kriegsmarine arkivstykker via Håvard Hovdet)



Logistikkontainer løftes fra U-532 fordekk (Imperial War Museum, foto A-28680)



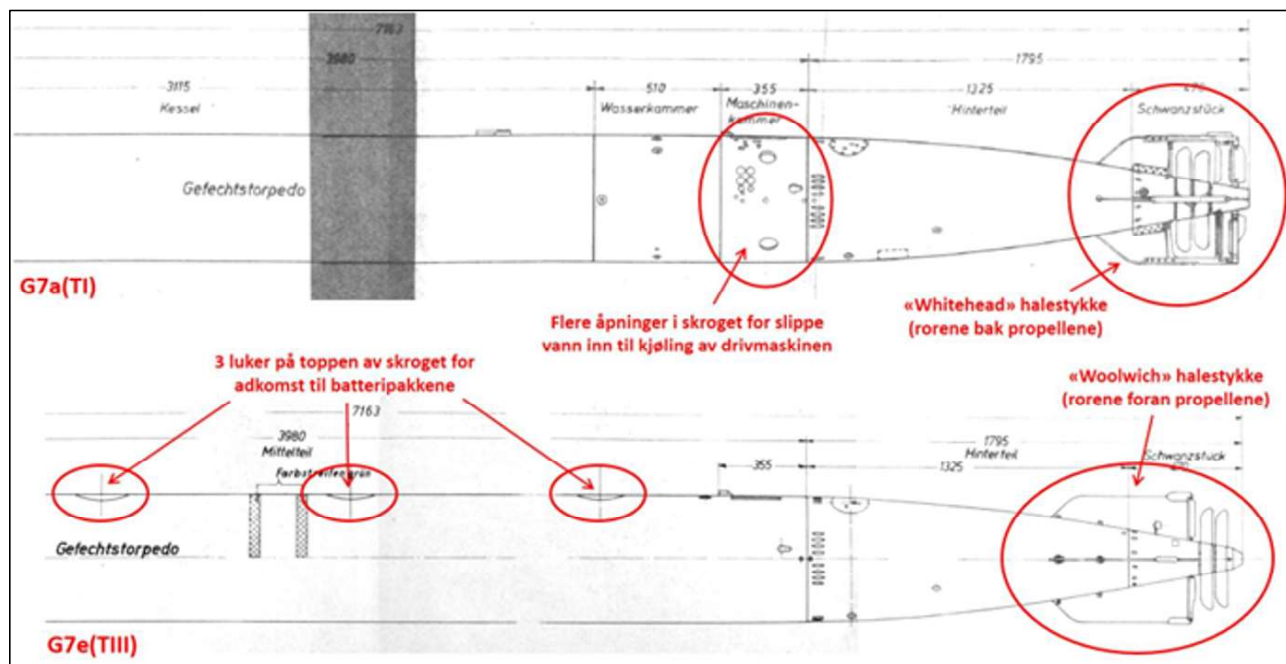
Logistikkcontainerne på U-532 akterdekk, hvor en er løftet ut (Imperial War Museum, foto A-28762)



Logistikkcontainer tatt i land fra U-532 tømmes for rågummi (Imperial War Museum, foto A-28764)

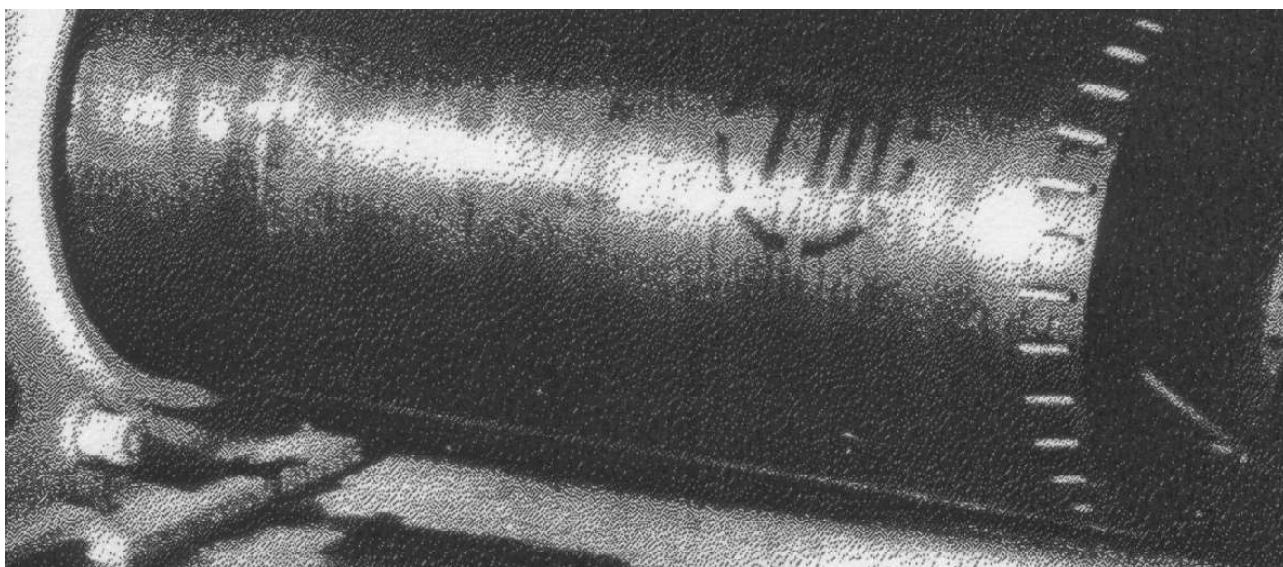
3.1.4 Identifisering av torpedoer

Skissen under viser markante kjennetegn for de primære tyske marinetorpedoene - hhv. G7a(TI) og G7e(TIII):



G7a(TI) vs G7e(TIII) torpedo: Markering av identifiserbare kjennetegn (Håvard Hovdet)

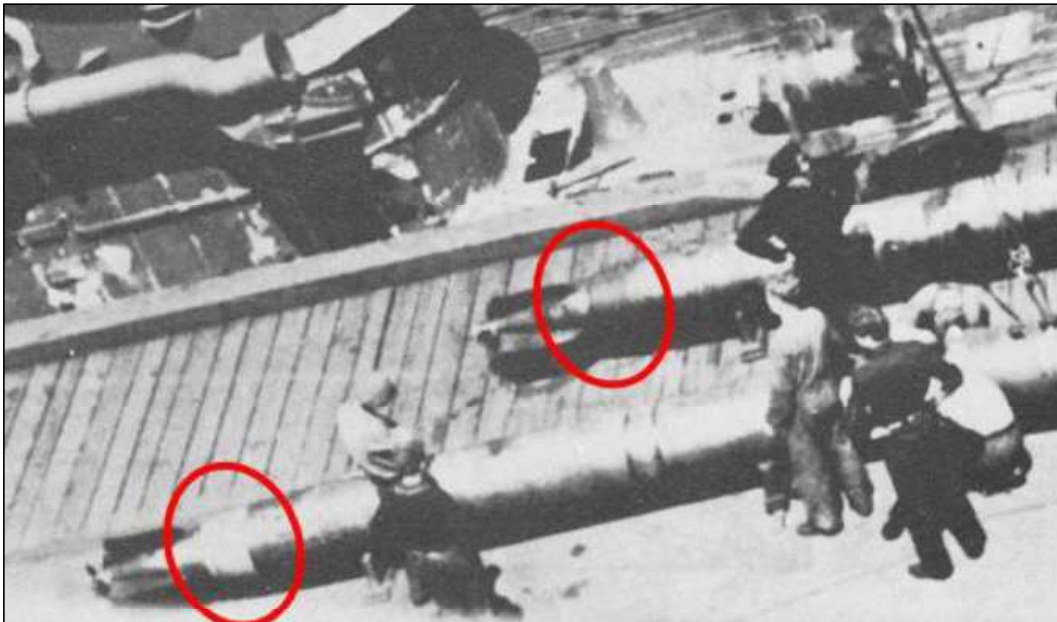
Merking av eksakt modell ble gjort ved å påføre torpedonummer (eks. «TIIIa», «TV» osv.) i grønn tekst i en grønn ring på fremre del av torpedoens trykkbeholder/batterikammer (dvs. like bak krigshodet). Disse markeringene er neppe synlige i dag med mindre torpedorom og -rør har vært fullstendig tørrlagt (vil for ladete torpedoer uansett ikke være tilgjengelig før de tas ut av rørene).



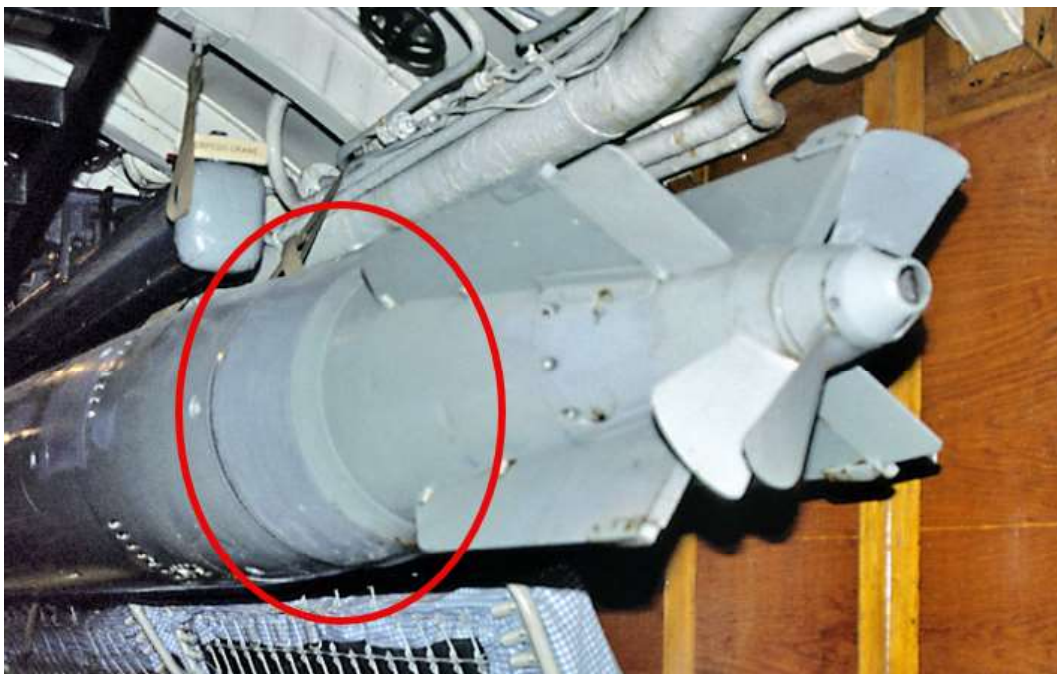
Eksempel på markering av torpedomodell like bak flens for montering av krigshode (amerikansk etterkrigsrapport fra Torpedoarsenal Wilhelmshafen via Håvard Hovdet)

Eksternt er det m.a.o. vanskelig å identifisere spesielt undervarianter av TIII-torpedoer før de evt. tas opp på land og kan undersøkes nærmere (en TIIIa Fat II har f.eks. kun et lite ekstra lokk m/åpning på øvre styrbord side av akterkonen sammenlignet med TIII).

TV og TXI kan skilles fra TIII-modellene vha. TZ 5-sendespolen rundt akterkonen.



TV-torpedoer losses fra U-889 etter kapitulasjonen: Sendespole for TZ 5 markert med rød sirkel (Rössler).



TV akterkon med TZ 5 sendespole markert (privat foto fra U-505 museet i Chicago via Håvard Hovdet)

3.1.5 Lokalisering av torpedoer

3.1.6 Baug torpedorom

- 2 x G7es(TV) eller G7es(TXI) + 2 x G7e(TIIIa Fat II) klargjort og ladet i rørene
- 2 x reservetorpedoer av tilsvarende modeller lagret på golvplatene mellom de nederste køylene

3.1.7 Hekk torpedorom

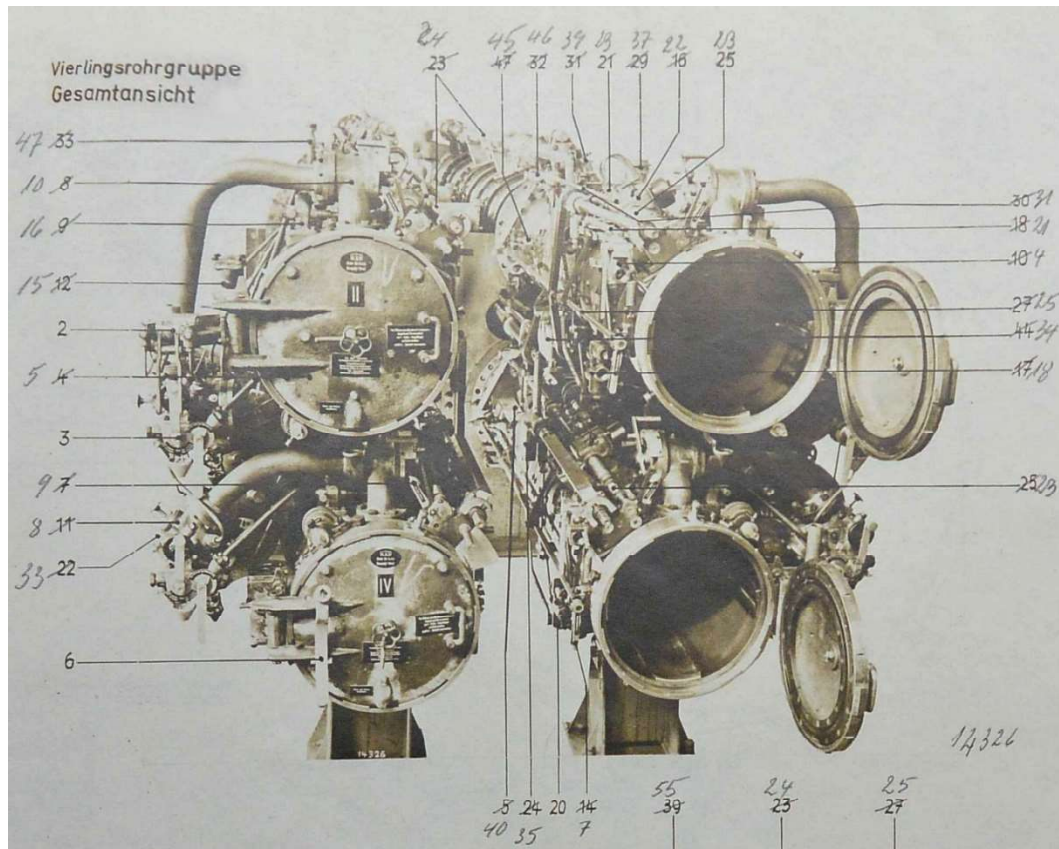
- 2 x G7es(TV) eller G7es(TXI) klargjort og ladet i rørene.

3.2 Torpedorør

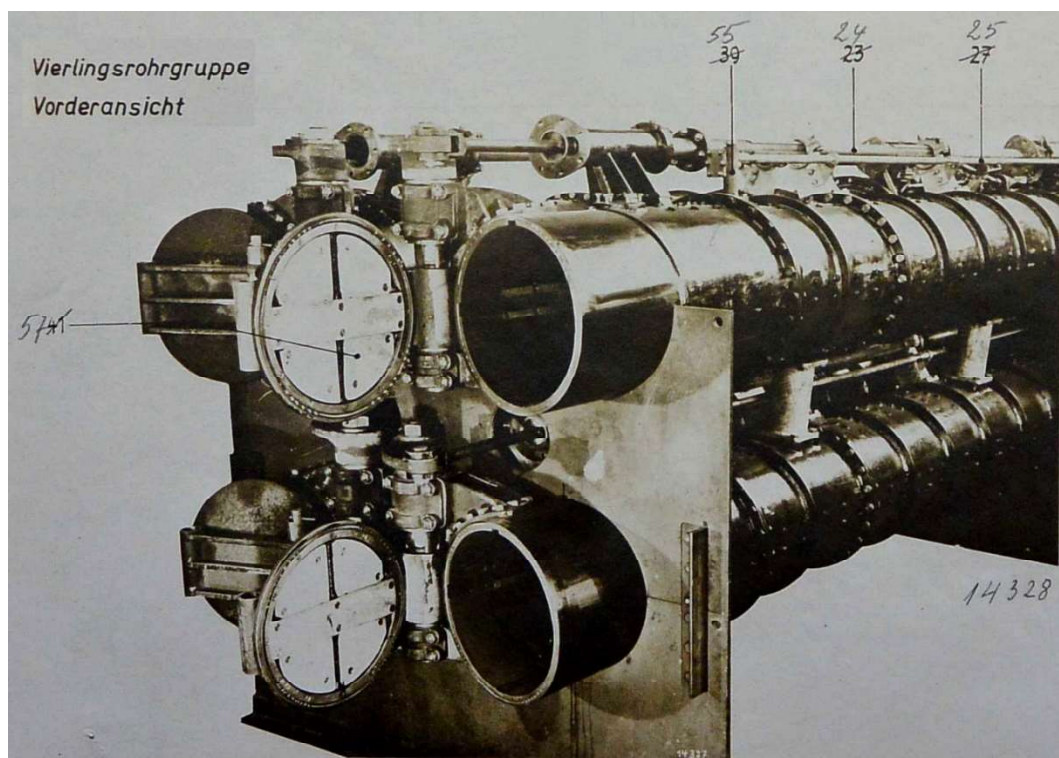
Ubåter av Type IX D2 var konfigurert med en «vierlingrohrgruppe», dvs standard modul bestående av fire rør, i baug torpedorom, samt to enkle rør i hekk torpedorom.

I utgangspunktet var torpedorørene til tyske ubåter produsert av bronse-/stållegeringer som i mindre grad korroderer sammenlignet med rent stål. Imidlertid ble Tyskland tvunget til å redusere bruk av «edlere» metaller som bronse pga. ressursknapphet, noe som medførte at man begynte å produsere torpedorørene av rent stål.

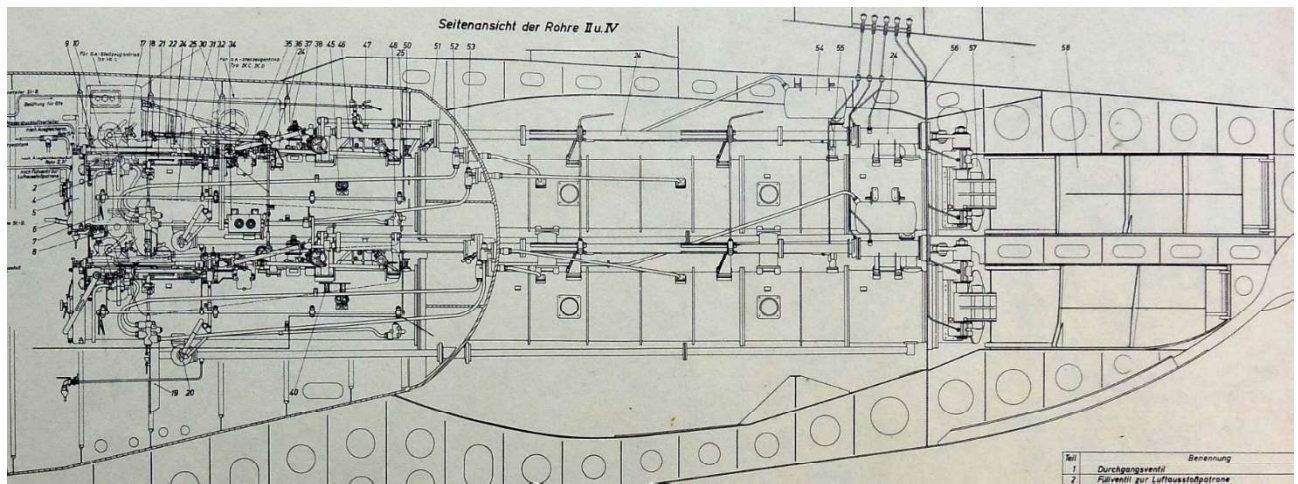
De første stålrørene ble vistnok installert i nybygg fra januar 1942. U-864 ble påbegynt i oktober 1942, men det vites ikke sikkert om det ble installert nyproduserte stålrør eller evt. bronserør fra eksisterende beholdning. Uansett materiale var rørene likeverdige den gang, men ulike materialtyper kan ha medført ulik utvikling mht. korrosjon ila. de 80 årene siden ubåten ble senket. Dette kan også ha følger for hva rørene tåler av ytre påvirkning/brekkasje fra f.eks. tildekkingsmasser. Det kan antas at evt. stålrør har de samme egenskapene som trykkskroget for øvrig og evt. målinger på dette kan sannsynligvis/bør legges til grunn også for rørenes del.



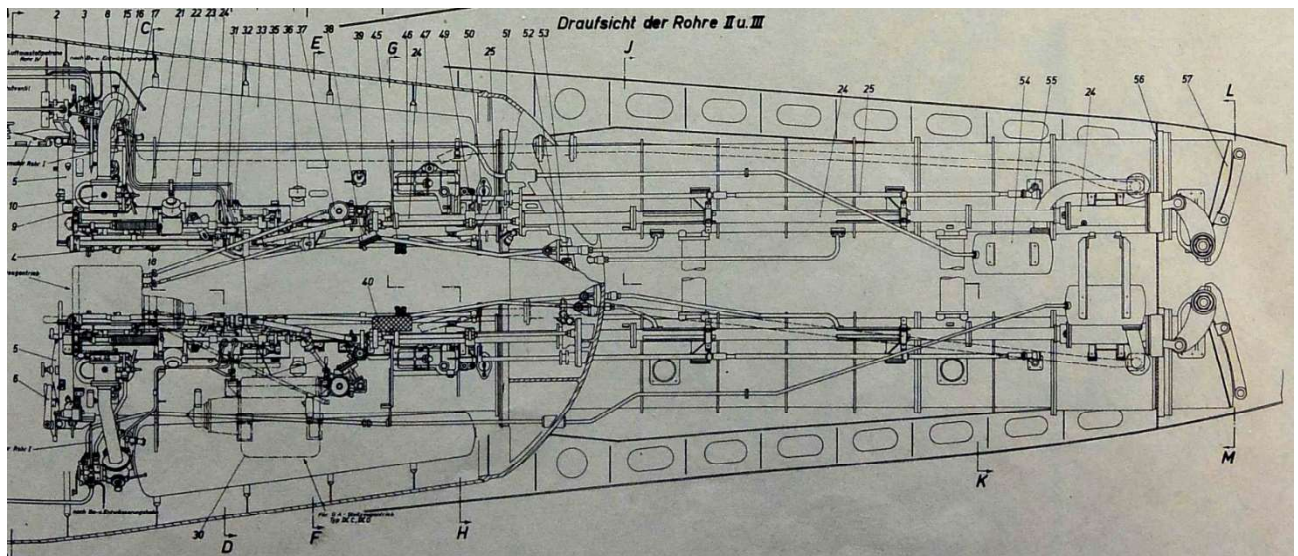
Vierlingsrohrgruppe (baugrør) for Type IX D ubåt, sett bakfra/internt (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



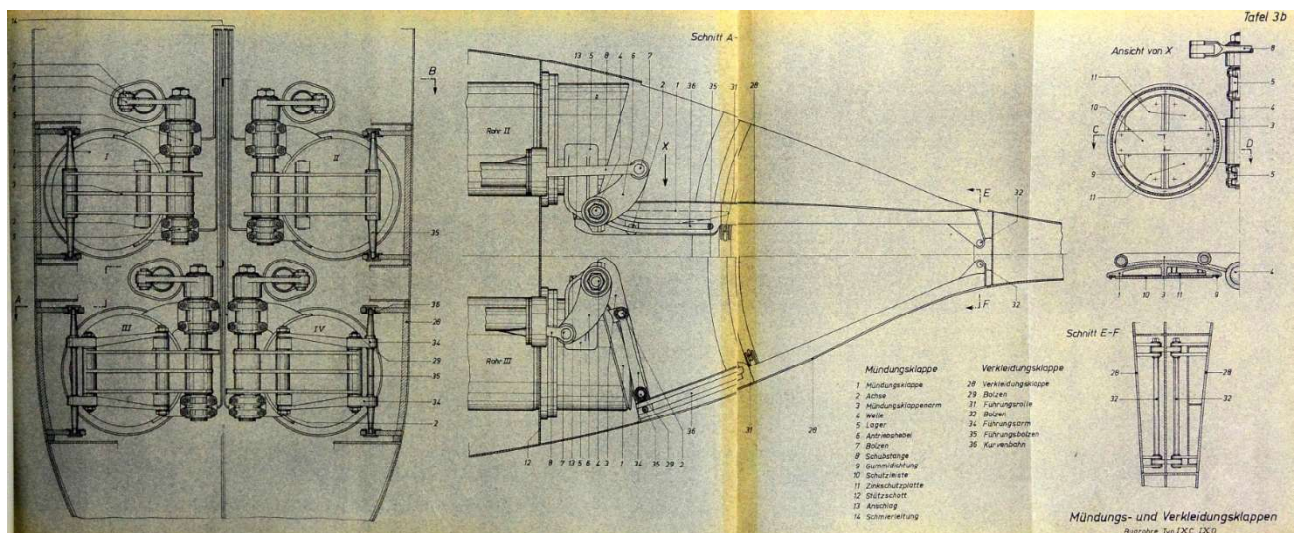
Vierlingsrohrgruppe (baugrør) for Type IX D ubåt, sett forfra/ekstern (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



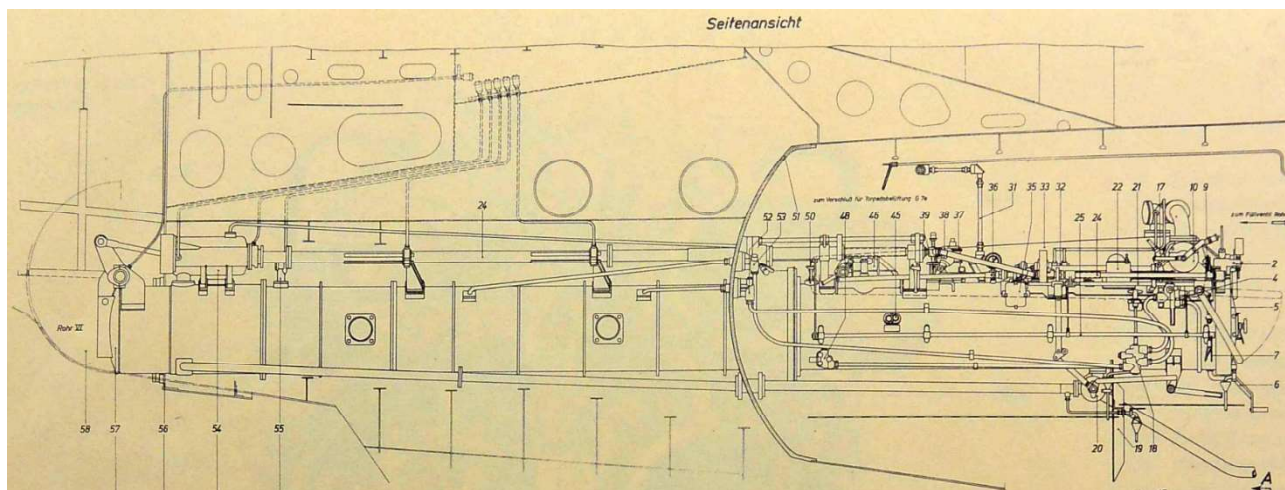
Vierlingrohrgruppe (baugrør) for Type IX D ubåt, sett fra siden (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



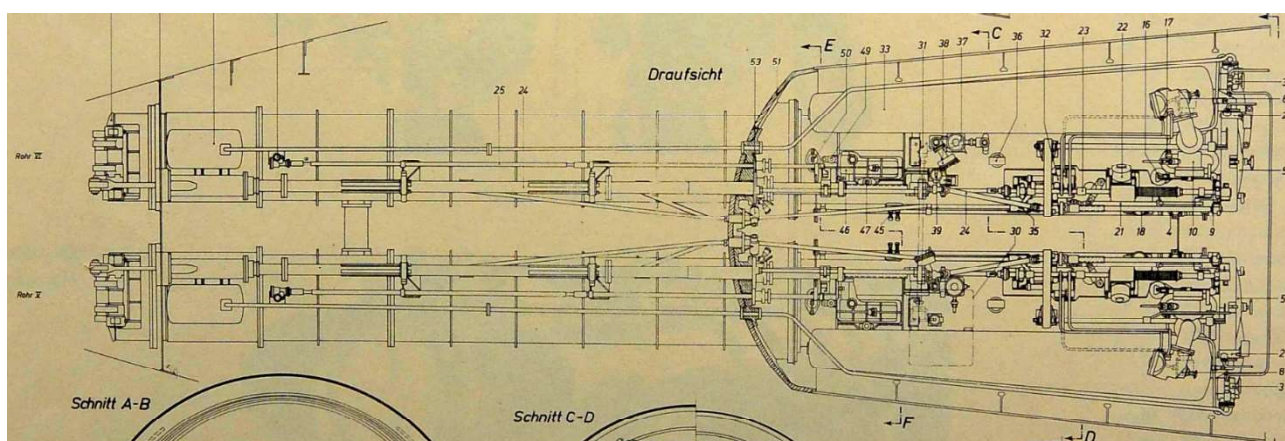
Vierlingrohrgruppe (baugrør) for Type IX D ubåt, sett ovenfra (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



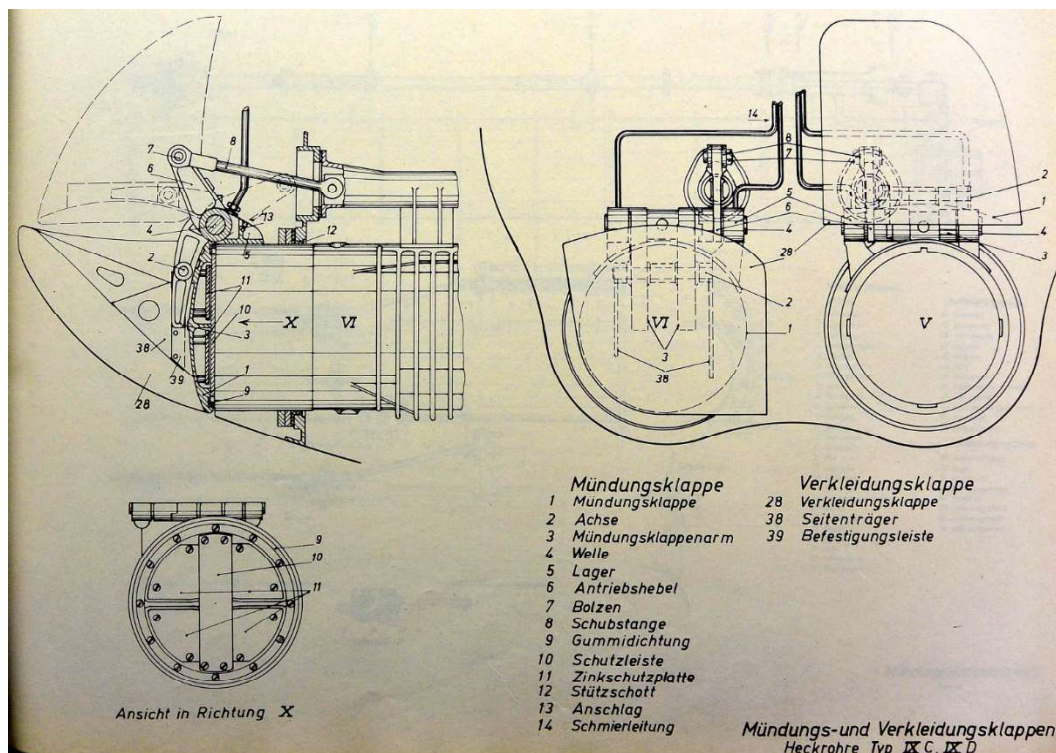
Vierlingrohrgruppe (baugrør) - ytre lukearrangement for Type IX D ubåt (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



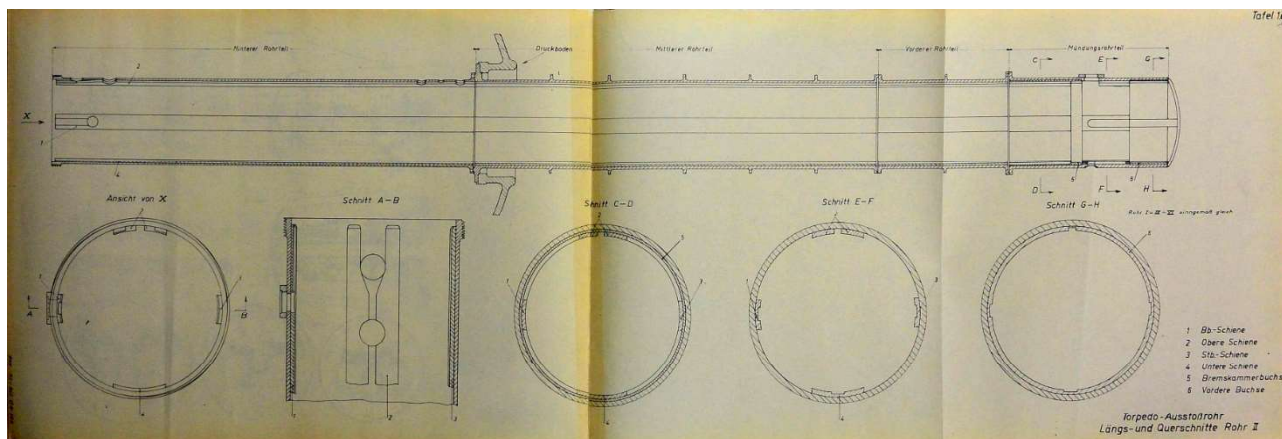
Hekkrør for Type IX D ubåt, sett fra siden (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



Hekkrør for Type IX D ubåt, sett ovenfra (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



Hekkrør - ytre lukearrangement for Type IX D ubåt (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)



Generell konstruksjon/komponenter for torpedorør på Type IX D ubåt (Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre), via Håvard Hovdet)

3.3 Sprengstoff benyttet i tyske torpedoe

3.3.1 Oppbygning

Under 2. verdenskrig var torpedoe og sjøminer de kraftigste maritime våpen, og i prinsippet de eneste hvor ett objekt alene normalt kunne senke ett fartøy.

Ammunisjonen i en torpedo utgjøres av krigshodet med hovedladning (høyeksplosiv) som gir effekt i målet. For å avsette hovedladningen kreves en kjede av lettantennelige eksplosiver (detonator og tennladning).

3.3.2 Hovedladninger

Kriegsmarine benyttet 41 ulike høyeksplosiver i sine undervannsvåpen (identifisert med et kortnummer, S1-S41). Disse besto i hovedsak av ulike varianter og kombinasjoner av Schießwolle (SW), som var en blanding av primært Trinitrotulen (TNT, Trotyl) og Hexanitrodiphenylamin (HND) - f.eks.:

- Schießwolle 36: 67 % Trinitrotulen, 8 % Hexanitrodifenylamin and 25 % Aluminiumspulver
- Schießwolle 39a: 50 % Trinitrotulen, 10 % Hexanitrodifenylamin, 35 % Aluminiumspulver, 5 % Ammoniumnitrat
- Schießwolle xx (ukjent nr.): 0.6 % Trinitrotulen, 40 % Aluminiumspulver, 31.4 % Ammoniumnitrat, 5.9 % Sodiumnitrat, 2.3 % Potassiumnitrat, 9.7 % Cyclonitt, 10.1 % Etylen Diamin Dinitrat

For krigshoder som er aktuelle ift. U-864 er følgende sprengstofftyper relevant:

- S2 = SW 36 (fast stoff)
- S16 = SW xx (beskrevet som «klumpet» konsistens)
- S17 = SW 39a (fast stoff)
- S18 = Kombinasjon av S16 og S17 (delvis flytende konsistens)

3.3.3 Tennladninger

Sprengstoff i tennladninger for torpedoe besto av Pentaerythritetranitrat («Penta», Pentritt, PETN). Normalt i pulverform presset til en fast konsistens. Masse varierte noe med de ulike tennapparatene, typisk 3-400 g.

3.3.4 Detonatorer

Detonatorer for torpedoe kom i minst to varianter, avhengig av om de ble avsatt mekanisk med tennstempel eller elektrisk. Sprengstoffet utgjorde i begge tilfeller ca. 1 g Knallkvikksølv og 0,5 g Tetra Nitro Metyl Anilin («Tetra»).

3.4 Teknisk beskrivelse av torpedoe

I det følgende gis en kortfattet beskrivelse av de aktuelle torpedomodellene med krigshoder og tennapparater, med fokus på forhold som er relevant mht. håndtering av vraket.

3.4.1 Torpedo G7e(III)/G7e(IIIa Fat II)

G7e(III) ble tatt i operativ bruk høsten 1942, og var Kriegsmarines primære ubåttorpedo det siste krigsåret. Dette var en rettløpende (ikke styrt) torpedo med elektrisk fremdrift og var normalt utstyrt med

krigshode av type Kb eller Kb1 med nesemontert tennapparat type Pi 1 (mekanisk) eller Pi 2 (kombinert mekanisk/magnetisk influens).

Det fantes en rekke undervarianter av TIII, inkludert TIIIa Fat II som mest sannsynlig var den modellen som var lastet om bord på U-864. Fat II var en mekanisk programstyringsmekanisme som styrte torpedoen i et forhåndsinnstilt sløfemønster for å øke treffmulighet spesielt ved angrep på konvoier.

TIII og evt. undervarianter kunne være utstyrt med andre typer krigshode og tennapparat enn de som er nevnt her, men disse er i hovedsak identisk av utseende og umulig å identifisere eksakt uten demontering og nøyere visuell inspeksjon. Mht. ammunisjonsrisiko/-håndtering er de uansett å betrakte som identiske, og FMA har derfor kun lagt krigshode Kb med tennapparat Pi 1 til grunn i risikovurderingene.

Tekniske data for TIIIa Fat II, klargjort for skudd:

- Vekt: 1760 kg.
- Lengde: 7,163 m.
- Diameter: 534,6 mm.

3.4.2 Torpedo G7es(TV)/G7es(TXI)

G7e(TV) var en selvsøkende torpedo med kontrollsystem basert på akustisk heiming. Den ble tatt i operativ bruk sommeren 1943, og var identisk med TIII-torpedoen mht. skrog, fremdriftssystem og dybdekontroll.

G7es(TXI) var en forbedret versjon av TV som ble tatt i bruk høsten 1944. TV og TXI var identiske utseendemessig - forandringene lå primært i de interne kontrollsystemene for akustisk søk og sidestyring. Mht. håndtering og ammunisjonsrisiko er derfor kun TV tatt høyde for i risikovurderingene.

TV hadde et nytt krigshode med en hydrofonmodul i nesen, samt et nytt tennapparat. Torpedoen kunne også benyttes i ulike «modus»: Normalt rettløpende (ikke styrt) og med aktivert akustisk søker (hhv. for mål på kurs mot- eller fra skytende fartøy).

TV ble av ubåter primært benyttet som selvforsvarsvåpen mot allierte eskortefartøy pga. betydelig høyere treffsannsynlighet enn rettløpende torpedoer og torpedoer med mekaniske programstyringsmekanismer.

Krigshodet benyttet på TV var type Ke eller Ke1, med tennapparat type TZ 5.

Tekniske data for TV, klargjort for skudd:

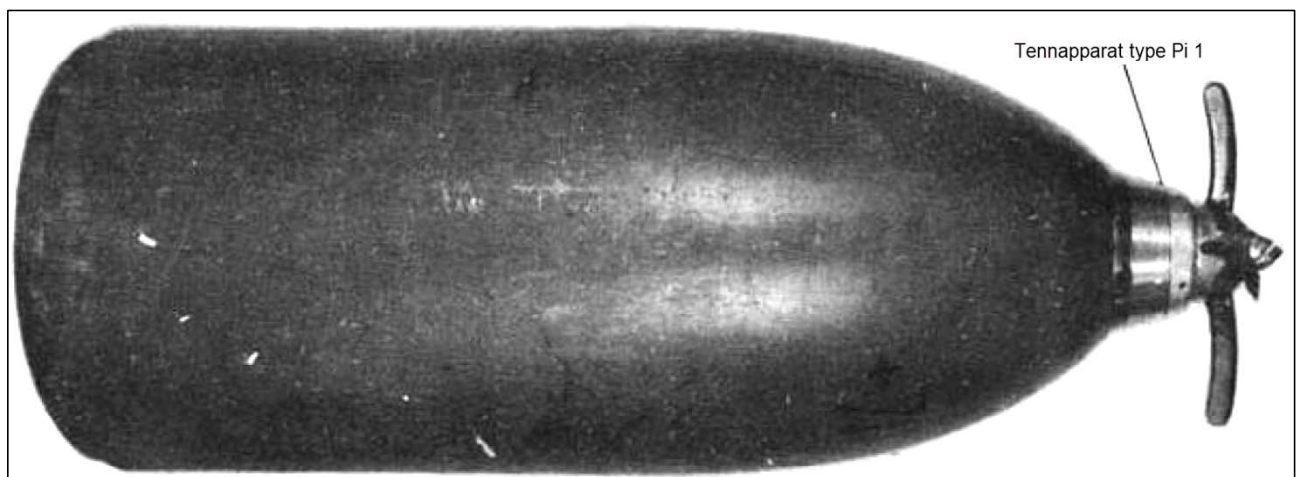
- Vekt: 1495 kg.
- Lengde: 7,163 m.
- Diameter: 534,6 mm.

3.4.3 Krigshode type Kb og variant Kb1

Hodet var uformet i stål (Kb) eller bronse (Kb1) med blylodd montert i bunnen og en luftlomme på toppen (kombinasjonen bidro til lavt tyngdepunkt og stabilisering av torpedoen i vertikalaksen).

Sprengladningen besto av 282 kg S2 (Kb) eller S18 (Kb/Kb1) som var fylt/støpt inn.

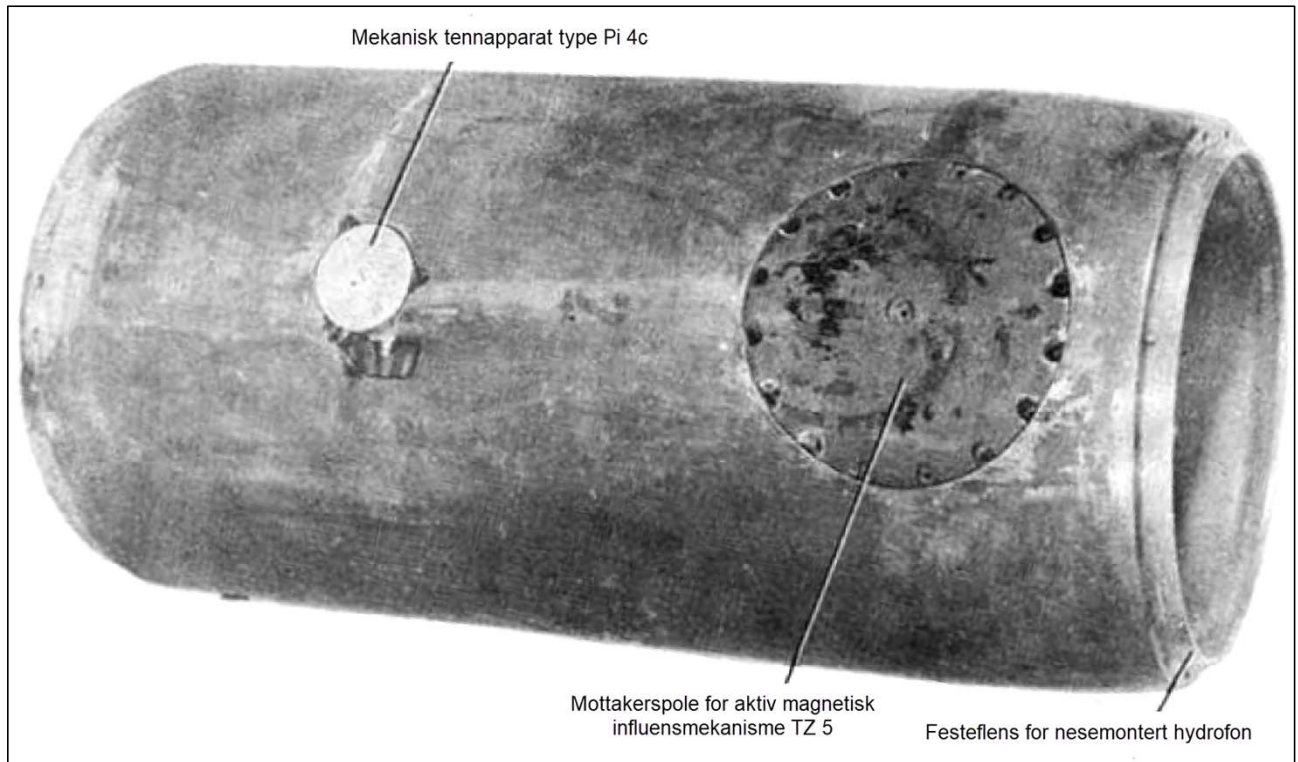
I nesen var det en lomme for montering av tennapparatet.



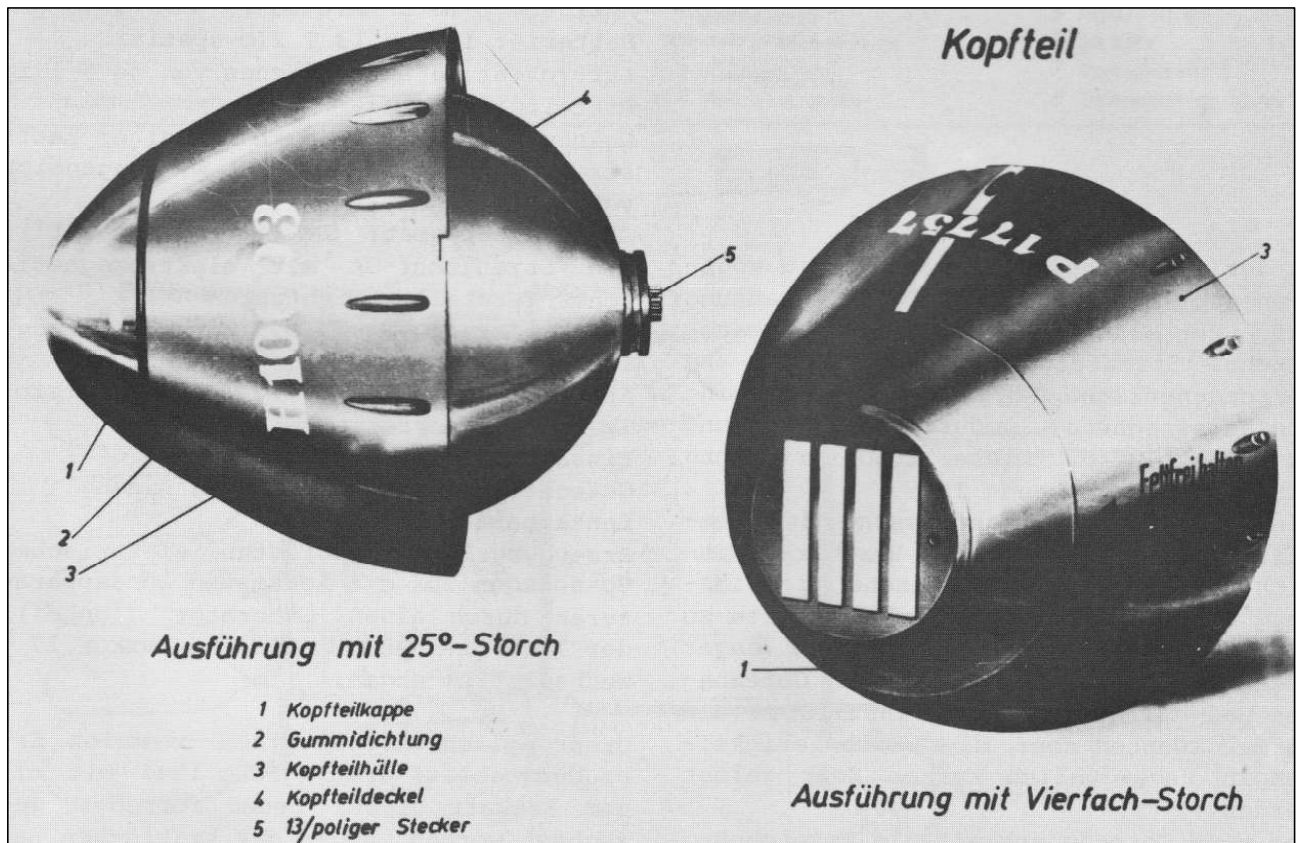
Krigshode type Kb med nesemontert tennapparat type Pi 1 (O.P. 1330)

3.4.4 Krigshode type Ke og variant Ke1

Hodet var uformet i stål (Ke) eller bronse (Ke/Ke1), med en festflens i front for en nesemodul med hydrofoner og kontrollektronikk for akustisk heiming. Hodet hadde flere lommer for innmontering av komponenter til tennapparat, samt rør for kabelforbindelser mellom torpedoen og hydrofonene. Sprengladningen besto av 274 kg S2 (Ke) eller S18 (Ke/Ke1) som var fylt/støpt inn.



Krigshode type Ke med toppmontert tennapparat type TZ 5 m/Pi 4c (O.P. 1330). Merk: Bildet viser hodet dreid over på siden - Pi 4 c tennapparatet sitter på toppen av hodet.



To ulike varianter av hydrofonmodul som var montert i front på Type Ke/Ke1 krigshode (dokument fra Kriegsmarine arkivstykke via Håvard Hovdet).

3.4.5 Tennapparat type Pi 1 og Pi 2

Pi 1 var et tennapparat med mekanisk anslagsmekanisme som ble aktivert ved fysisk anslag i målfartøyet - enten ved direkte treff i nesen, eller ved skrått anslag hvor en av avfyringsarmene ble presset bak.

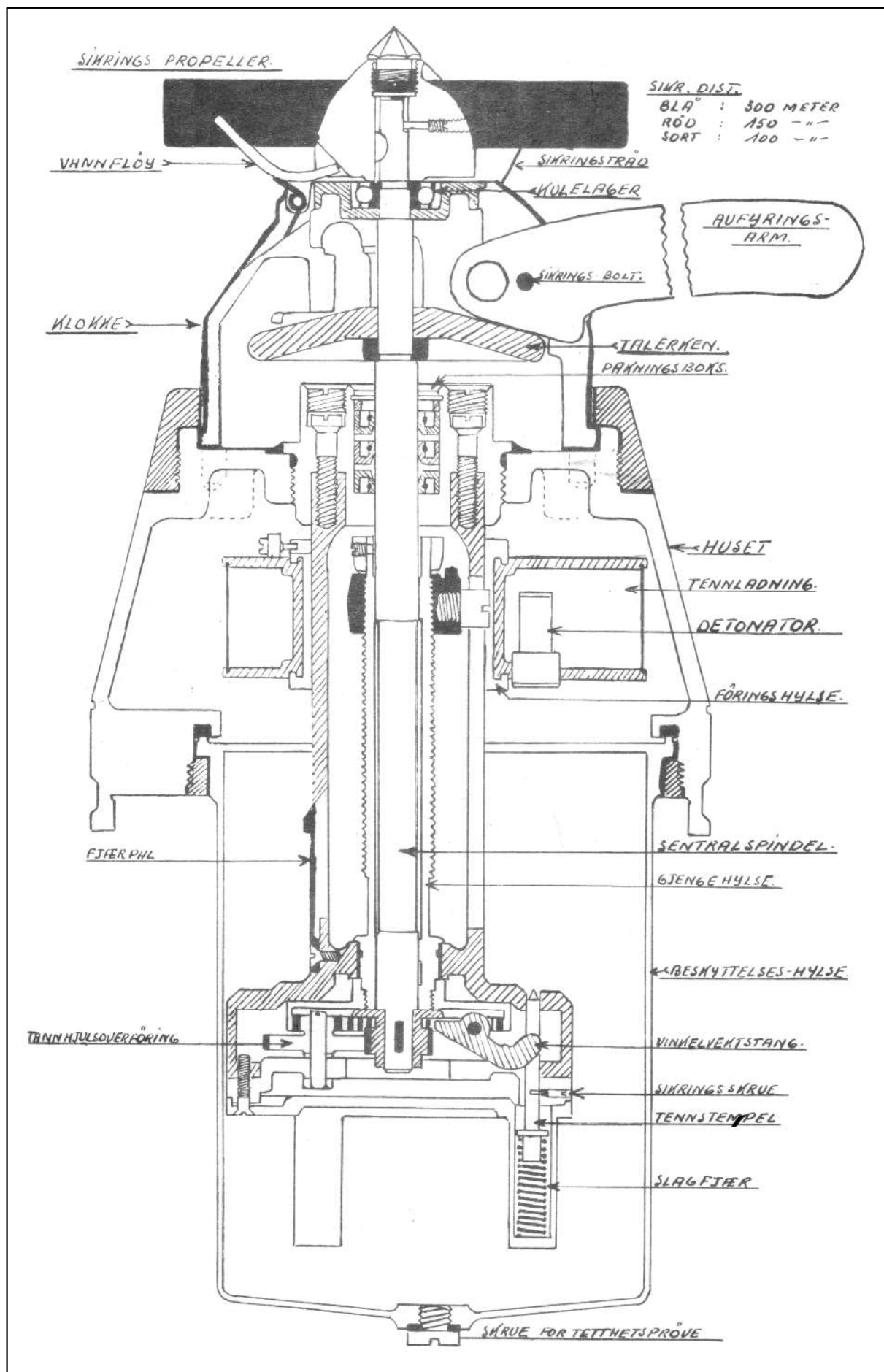
Pi 2 var et kombinert tennapparat med mekanisk anslagsmekanisme og passiv magnetisk influensmekanisme. Den mekaniske mekanismen var den samme som Pi 1 apparatet, som var påmontert en magnetisk mekanisme i bakkant. Den magnetiske mekanismen var batteridrevet og ble aktivert av magnetfeltet fra stålskroget når torpedoen passerte under målfartøyet. Den magnetiske mekanismen er ikke relevant å forholde seg til mht. håndtering av U-864 (uarmert + utladete batterier), så i praksis legges kun Pi 1 til grunn for risikovurderinger.

Tennladningen besto av 300 g presset Pentritt montert i en brakett som var montert lengst frem i apparathuset, gjenget på en sentral spindel knyttet til sikringspropellen i nesen. Ved utskytning frigjøres sikringspropellen som roterer og skrur tennladningen bakover slik at den ligger an mot tennstemplene når sikringsdistansen er utløpt. Da er apparatet armert og kan utløses ved passering/fysisk anslag i målet. For ubåter var sikringsdistansen 150 m.

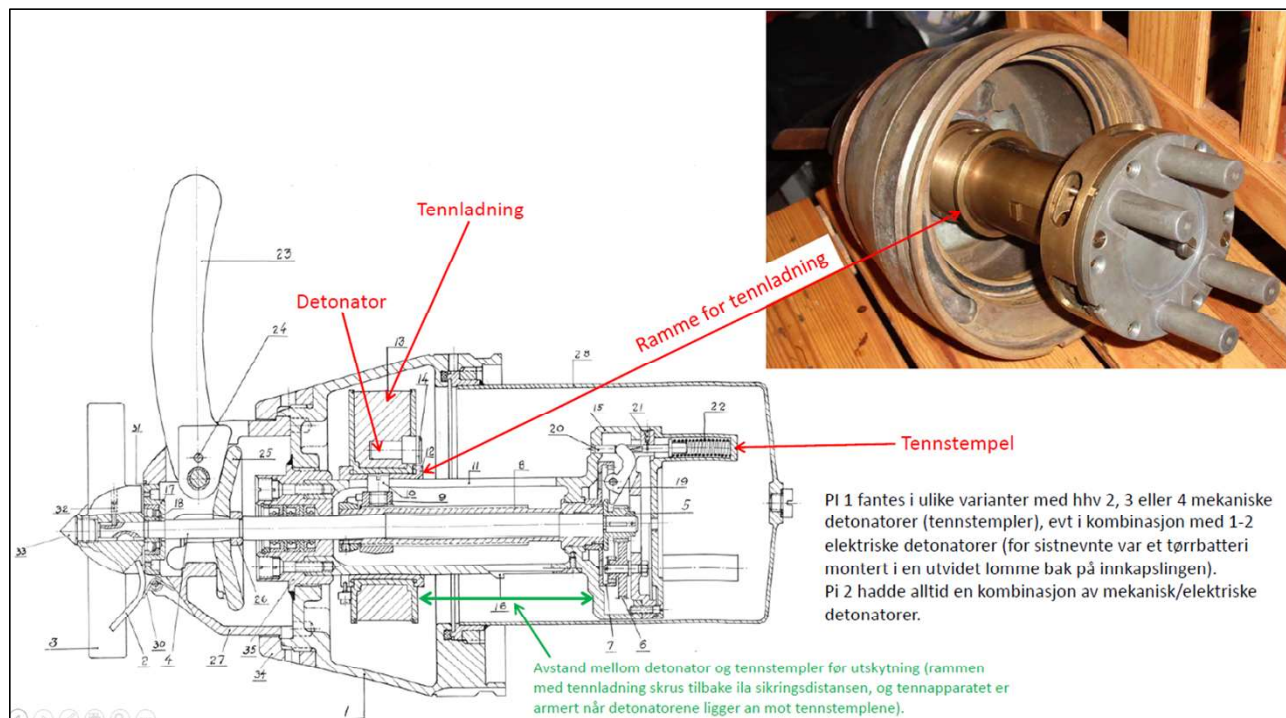
Før armering befinner tennladningen seg utenfor krigshodet (brutt tennkjede) og en avsetning av denne skulle ikke kunne sette av hovedladningen under normale forhold.



Eksempler på nesemontert mekanisk tennapparat type Pi 1 (Håvard Hovdet)



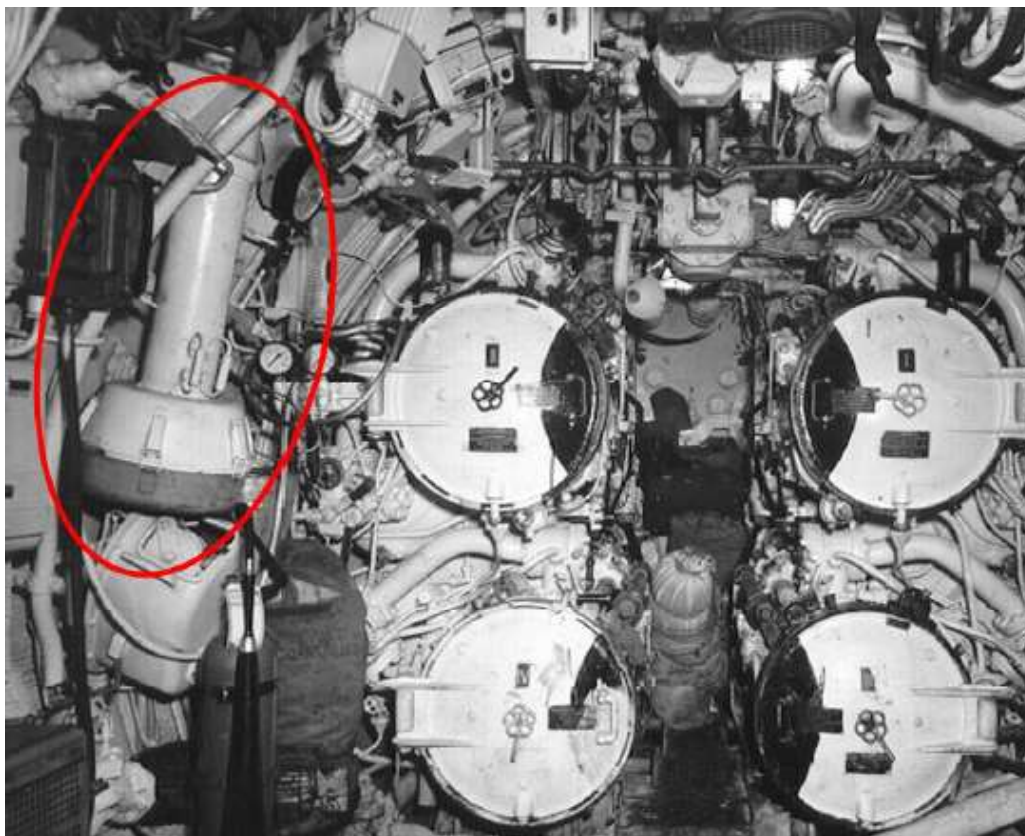
Mekanisk tennapparat type Pi 1 (E.12(A) del II)



Mekanisk tennapparat type Pi 1: Detaljer, armering (Håvard Hovdet)



Oppbevaringskontainer for Pi 1 tennapparat som ikke er montert på torpedo (Håvard Hovdet)

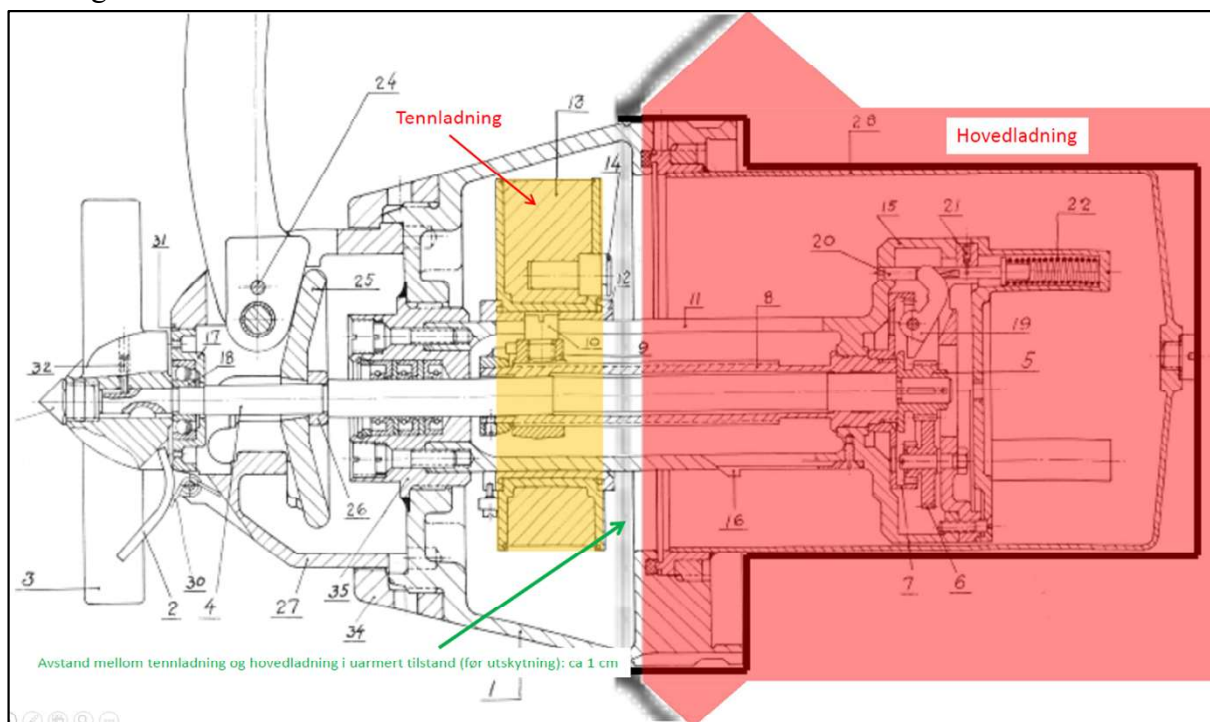


U-190 baugtorpedorom: Oppbevaringskontainer for Pi 2 tennapparat markert med rød sirkel (Rössler)

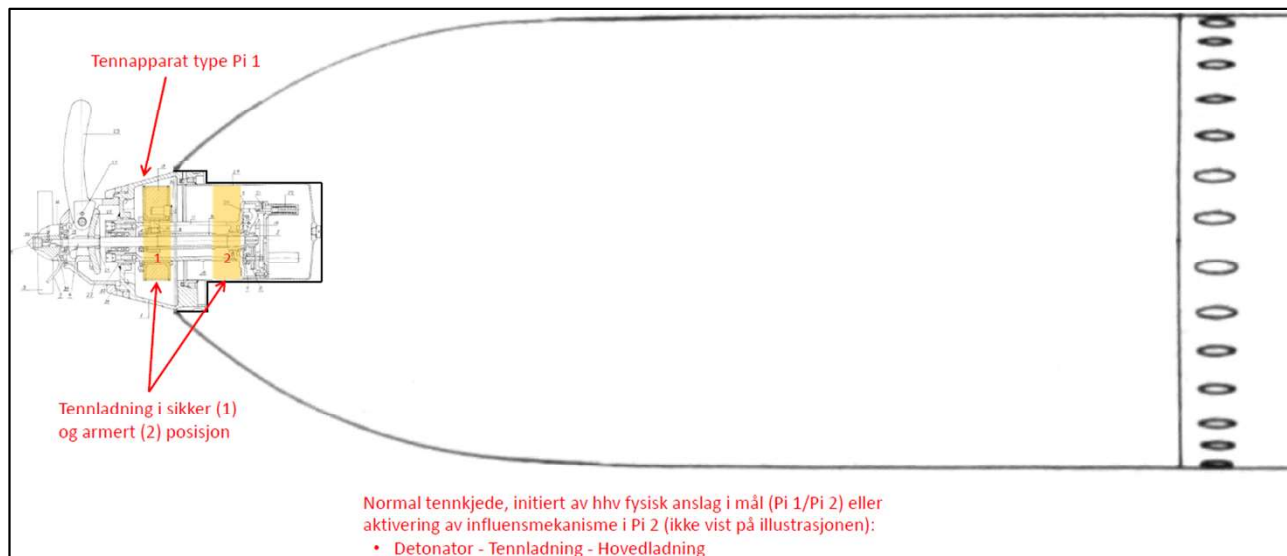
3.4.5.1 Mulig effekt av fordemming på ladd torpedo med Pi 1/Pi 2 tennapparat

Krigshode type Kb/Kb1 med tennapparat type Pi 1/Pi 2 er i utgangspunktet sikret i uarmert tilstand, med fysisk brutt tennkjede mellom tennladning og hovedladning, før utskytning. Dette tilsier at en evt detonasjon av tennladningen ikke avsetter hovedladningen under normale forhold.

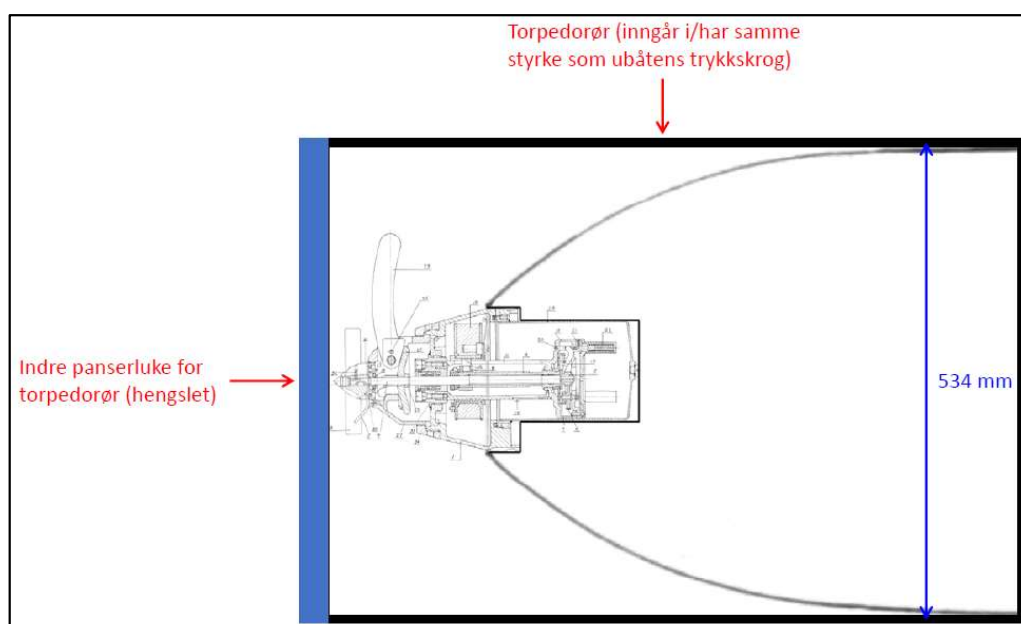
Ved en full omslutning av torpedorør/-luke med tildekkingsmasser som hindrer bevegelse av rørets luke, kan man evt. få en fordemmingseffekt hvor trykkbølgen fra tennladningen ikke har annen vei å gå enn inn i krigshodet (forsterket av refleksjoner fra rør/luke utenfor hodet). I dette ligger mao en risiko for at hovedladningen vil avsettes:



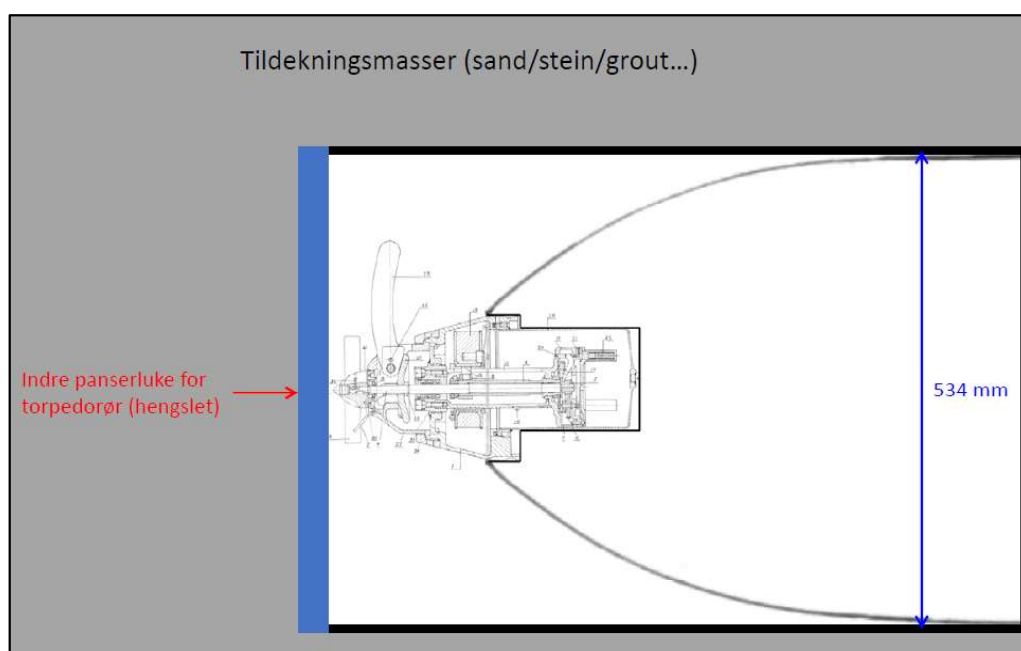
Illustrasjon, innmontering tennapparat type Pi 1 i krigshode type K: Lokalisering av tennladning vs hovedladning (Håvard Hovdet)



Illustrasjon, innmontert tennapparat type Pi 1 i krigshode type Kb: Tennladningens posisjon (Håvard Hovdet)



Illustrasjon, krigshode type Kb med tennapparat type Pi 1 ladet i rør (Håvard Hovdet)



Illustrasjon, krigshode type Kb med tennapparat type Pi 1 ladet i rør, omsluttet av tildeckningsmasser (Håvard Hovdet)

3.4.6 Tennapparat type TZ 5 m/Pi 4c

TZ 5 (Torpedozündeinrichtung 5) var et kombinert tennapparat med en mekanisk anslagsmekanisme og en aktiv magnetisk influensmekanisme.

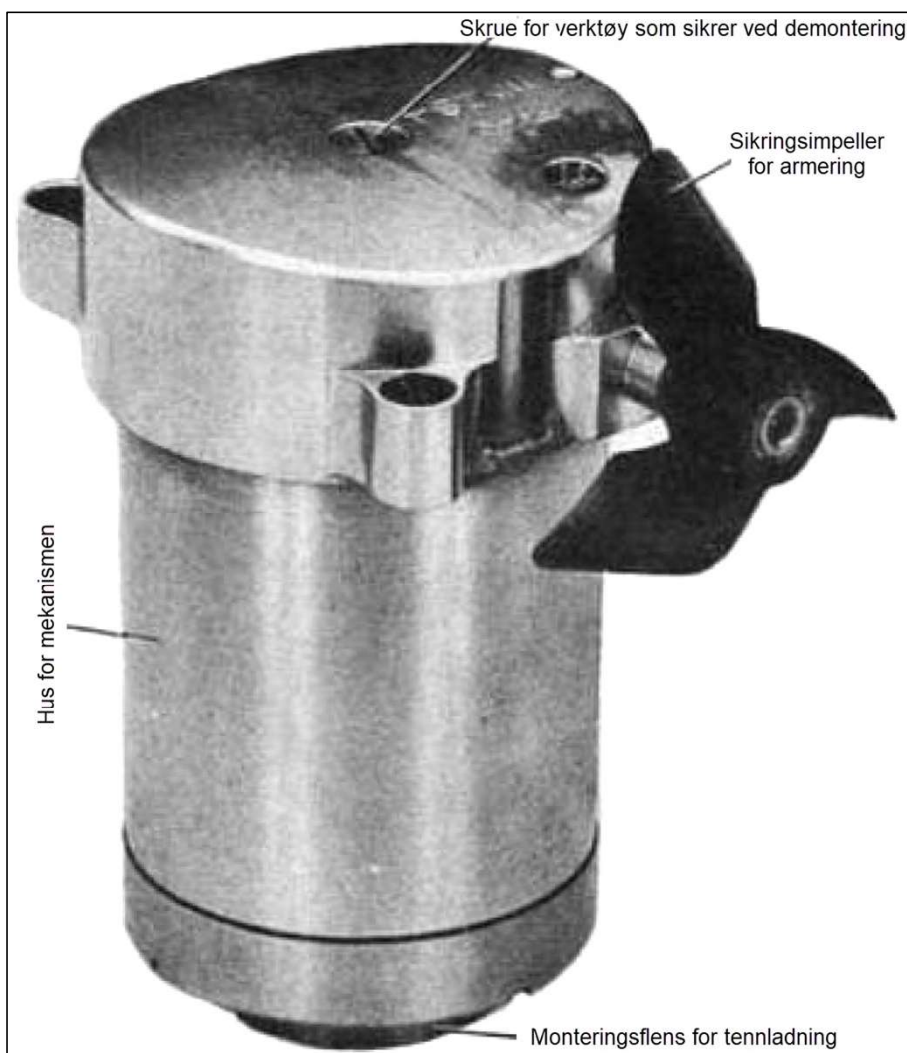
Den mekaniske tennmekanismen besto av tennapparat type Pi 4c. Dette var montert på toppen av krigshodet og har en kinetisk treghetsmekanisme, hvor en pendel vil svinge ut ved kraftig oppbremsing og frigjøre tennstemplene som setter av detonatorene og deretter tennladningen.

Den magnetiske delen besto av en «sendespole» rundt torpedoens akterkon, dekket av et svart asfaltlignende belegg, med en «mottakerspole» i krigshodet. Dette etablerte et vertikalt magnetfelt langs torpedoens lengdeakse, som ble påvirket av målfartøyets stålskrog ved passering under, hvorpå en magnetspole i den mekaniske tennmekanismen ble aktivert og frigjorde den kinetiske pendelen med tilsvarende effekt som ved fysisk treff.

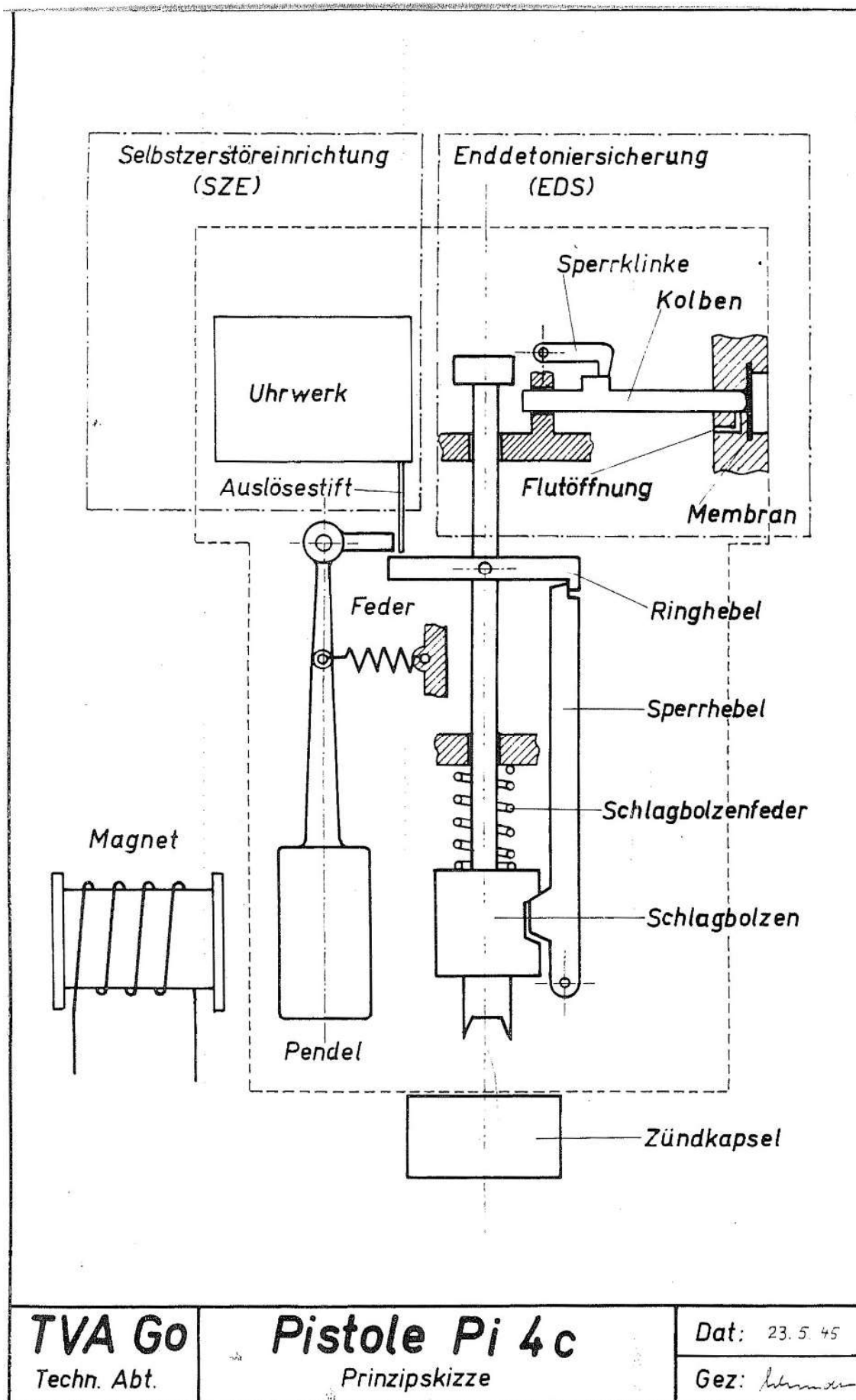
Den magnetiske tennmekanismen er irrelevant ift. håndtering av U-864 (uarmert + utladede batterier), så i praksis legges kun Pi 4c til grunn for risikovurderinger.

Tennladningen besto av ca. 400 g Pentritt med to detonatorer. Disse ble utløst av mekaniske tennstempler som var oppspennet av en kraftig fjær, holdt på plass av en hendel som ble frigjort hvis pendelen ble løst ut - enten kinetisk ved fysisk treff i målfartøyet eller magnetisk fra aktivering av magnetspolen. Hendelen er før utskytning sikret fysisk av en aksling. Denne blir skrudd løs av en sikringsimpeller (skovlhjul) som roterte når torpedoen var i bevegelse. Etter utløpt sikringsdistanse (300 m) var hendelen frigjort slik at tennapparatet var armert og kunne avsettes som beskrevet.

I motsetning til de nesemonterte tennapparatene som Pi 1 og Pi 2, var tennladningen i Pi 4c montert fysisk inne i hovedladningen (etablert tennkjede), som betyr at evt. avsetning av detonator og/eller tennladning pga. ytre påvirkning (sjokk, friksjon, mekanisk støt, klem) eller kjemisk betinget selvdetonasjon over tid, garantert vil medføre avsetning av hovedladningen uavhengig av evt. fordemming.



Mekanisk tennapparat type Pi 4c (O.P. 1330)



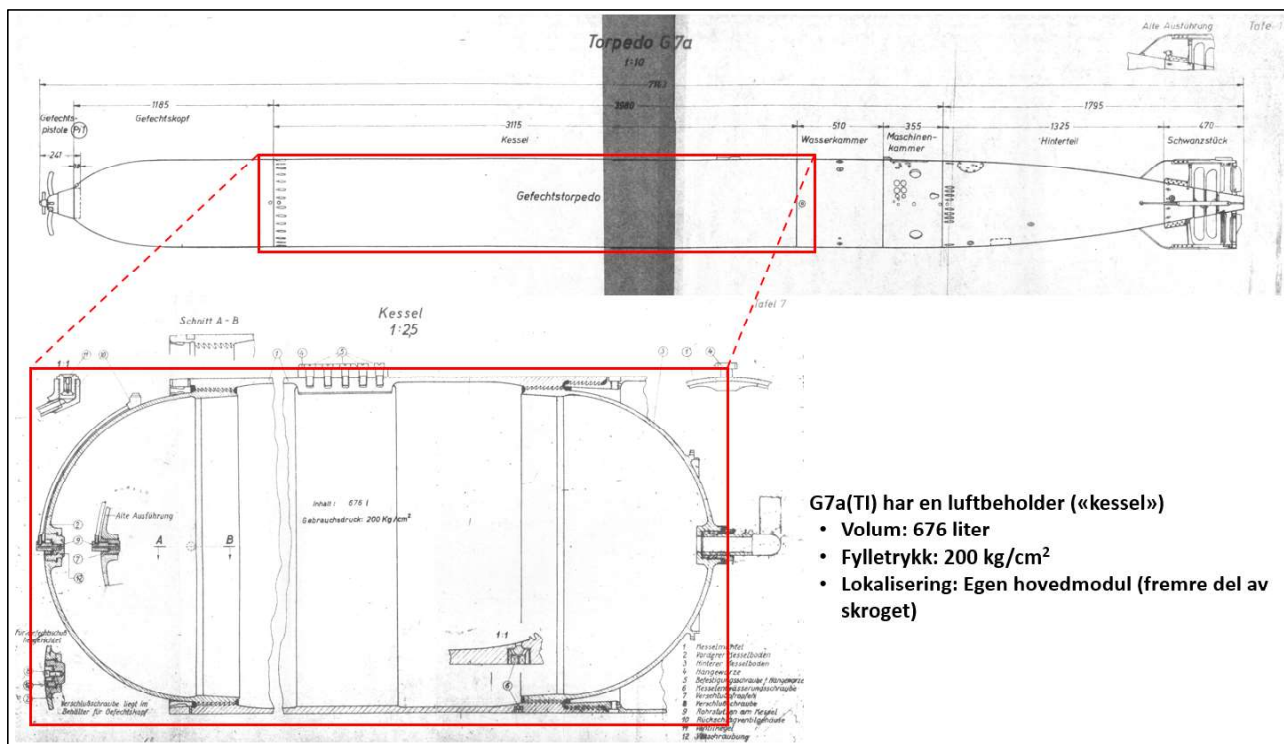
Prinzipskizze for mekanisk tennapparat type Pi 4c (dokument fra Kriegsmarine arkivstykke via Håvard Hovdet). Merk: Illustrasjonen inkluderer SZE og EDS-mekanismer, men dette er irrelevant mht. hovedfunksjon og risikomomenter for torpedoer i vraket

3.5 Trykkluftbeholdere i torpedoen

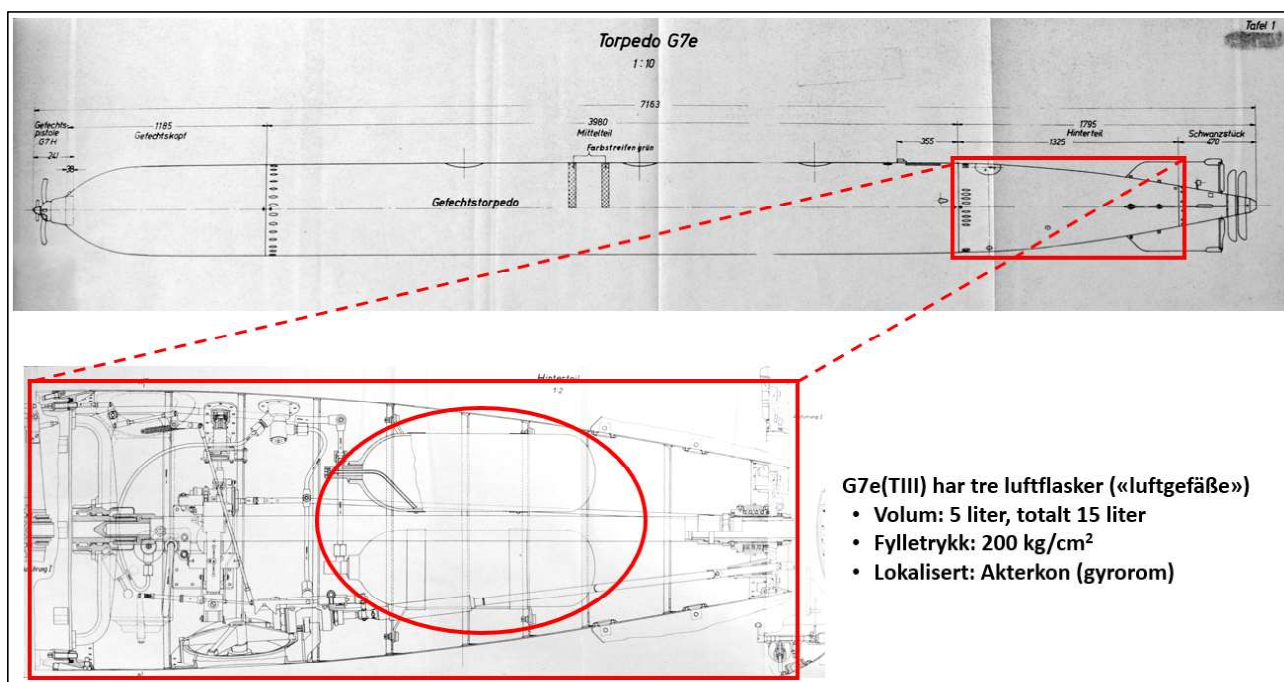
Samtlige av Kriegsmarines torpedomodellerer hadde installert beholdere for trykkluft, uavhengig av fremdriftssystem, siden dybde- og sidestyringsmekanismene var like og drevet av trykkluft.

Størrelse, antall og plassering av beholderne varierte mellom de ulike modellene, som vist i illustrasjonene under, hvor G7a(TI) er inkludert for referanse.

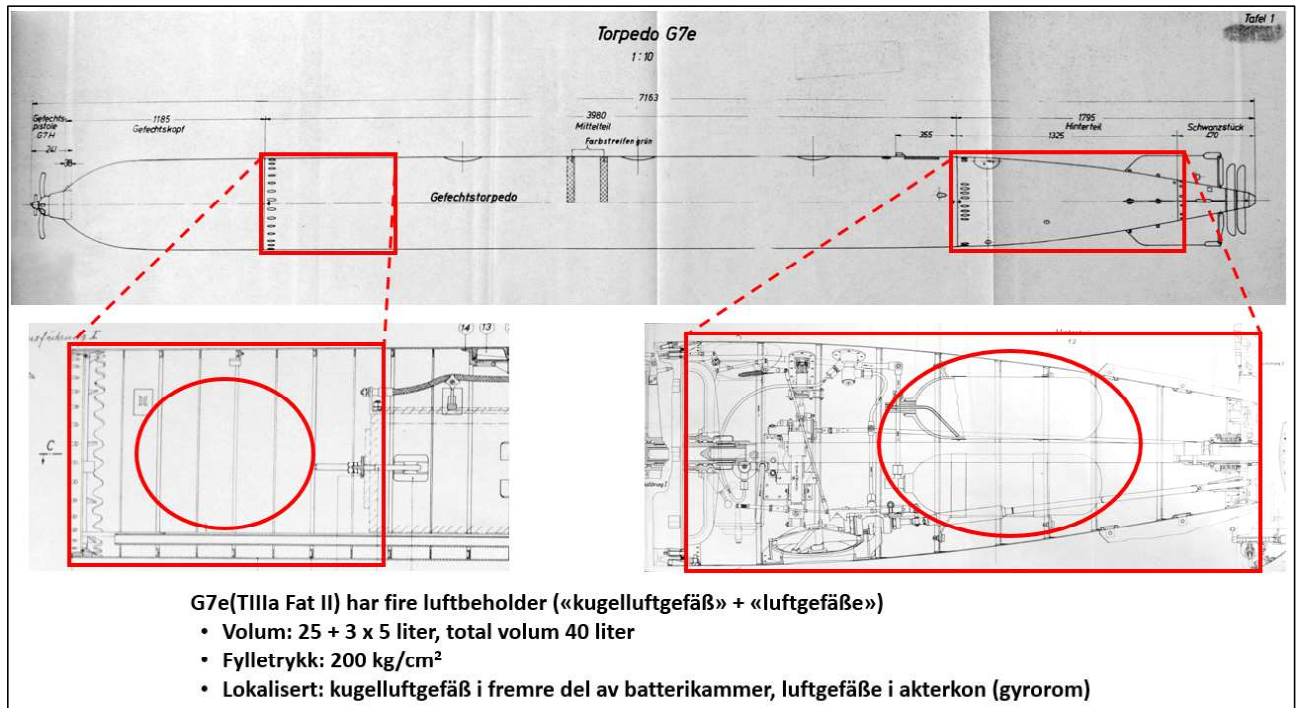
Det er vesentlig å påpeke at ingen av trykkluftbeholderne har energi nok i MegaPascal (MPa) til å kunne avsette tennladninger og krigshoder, og er således ikke en risiko relatert ammunisjon ved håndtering av vraket. Trykkluftbeholderne kan imidlertid representere en fare for personell ifm. en EOD-operasjon for å fjerne og uskadeliggjøre ammunisjonen fra vraket etter evt. heving (krever egen risikovurdering).



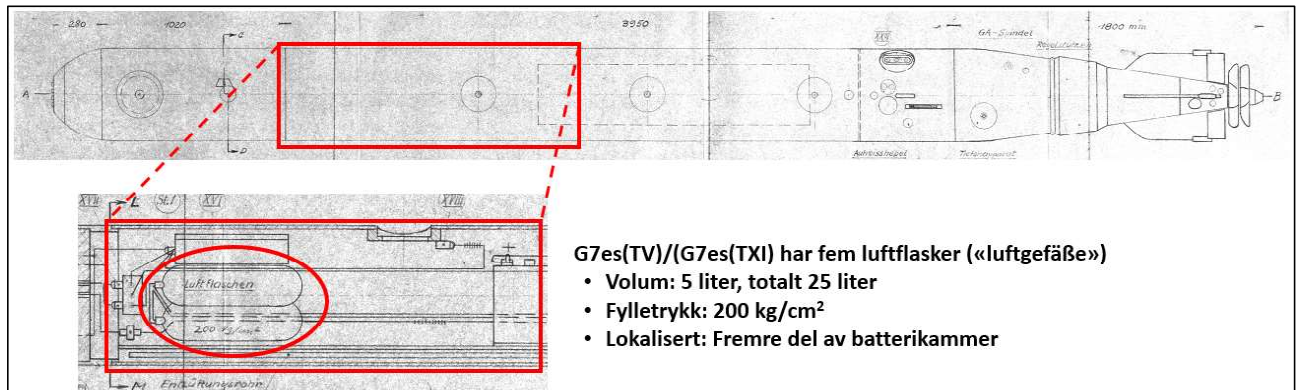
Trykkluftbeholder i G7a(TI) (Håvard Hovdet)



Trykkluftbeholdere i G7e(TIII) (Håvard Hovdet)



Trykkluftbeholdere i G7e(TIIIa Fat II) (Håvard Hovdet).



Trykkluftbeholdere i G7es(TV) og G7es(TXI) (Håvard Hovdet).

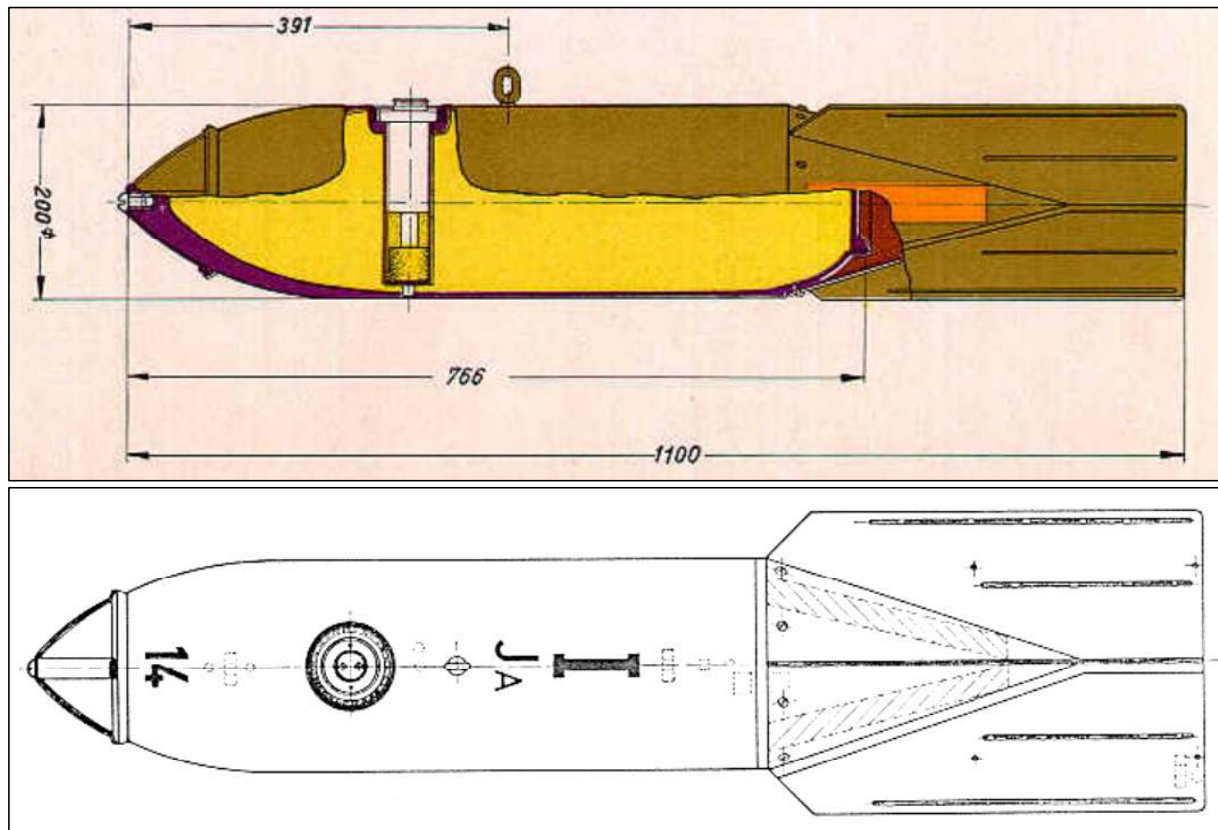
4. FLYBOMBER

Det er oppbevart et ukjent antall flybomber i vraket av type SC 50 (Minenbommen/Sylindrische sprengbommen). Det antas at flybombene ble lagret i magasin 1, men usikkerheten er stor.

Flybombene lagres vanligvis to og to i spesielle transportkasser, men kan være lagret løse om bord av plasshensyn. Sannsynligvis oppbevares flybombenes detonatorer separat under transport, i sink-kledde trekasser som er loddet og i utgangspunktet lufttette.

Tekniske data:

- Hver flybombe (50 kg) inneholder mellom 21-25 kg høyeksplosiv - normalt FP 60/40 eller FP 50/50 (tall angir blandingsforhold i % av hhv. Trinitrotoul og Ammoniumnitrat), men også Trialen (Torpex) og Amatol 39-40-41 var typiske sprengstofftyper anvendt i tyske flybomber.
- Overdragerladning var normalt Trinitrophenol (Pikrinsyre).
- Bomben ble armert elektrisk ved slipp fra fly.



Minenbombe/sprengbombe SC 50 (D.(Luft) 4300 via Håvard Hovdet)

5. ARTILLERIAMMUNISJON

5.1 Generelt

Det ble lagret et betydelig antall luftvernammunisjon om bord på U-864. Årsaken er at lufttrusselen var overhengende på slutten av krigen. Det kan ikke utelukkes at det er lagret mer enn angitt.

Ammunisjonsmagasin #1 ble sprengt bort ifm. torpederingen. Ammunisjonsmagasin #2 er intakt. Det er ikke lagret 10,5 cm ammunisjon i ammunisjonsmagasin #2.

5.2 Brannrør

Tyskerne hadde stor variasjonsbredde på ammunisjon og brannrør. Brannrørene ble modifisert gjennom krigen. Sikkerheten knyttet til transport, lagringssikkerhet, merking og ikke minst håndtering, var tyskerne veldig nøye med. 10,5 cm brannrør er mer komplekse enn for f.eks. 3,7 cm og 2,0 cm brannrør. Direkte treff-funksjonalitet og selvødeleggelsefunksjoner er inkludert i de ovennevnte kaliber med varierende typer mekaniske armeringsmekanismer og metaller.

5.3 Sjømålskanon

U-864 var utrustet med en sjømålskanon av type 10,5 cm Schiffskanone Konstruktionsjahr 1932 in Uboots-lafette Konstruktionsjahr 1936 (10,5 cm SK C/32 in Ubts.L. C/36), montert på fordekk.

Kanonen kunne også til viss grad benyttes mot luftmål.

Ammunisjonsbeholdning: Ca. 100 enhetspatroner av ulike typer, oppbevart i individuelle kogger.

Tekniske data, ammunisjon:

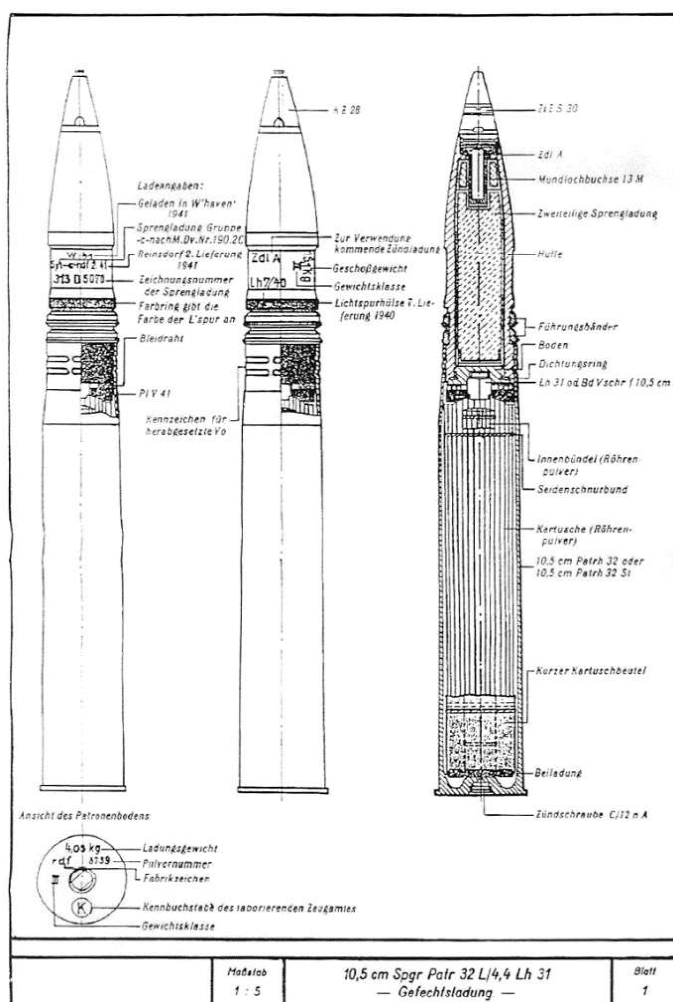
- Spreng- og pansersprenggranater (sistnevnte med en viss gjennomtrengingsevne i f.eks. skrog. Sporlys og brannsatser (fosfor innhold) må påregnes)
- Perkusjon tennhette/satser
- Masse, komplett enhetspatron 24,2 kg
- Drivladning 4,0 kg
- Høyeksplosiv ca. 1,4 kg (0,44 g følsomt)
- Anslagsbrannrør- enten montert i granatnesen (avsetter umiddelbart ved anslag i mål) eller i granatbunnen (gir en forsinkelse som medfører avsetning innenfor f.eks. et fartøysskrog). Tidsbrannrør kan også inngå i ammunisjonsbeholdningen
- Kammerpatron kan være satt i for å holde kammeret tett. Munningsspeil er skrudd på



10,5 cm SK C/32 (Merk: Her montert i Mittel-pivotlafette C/30) (M.Dv. Nr. 234,2 via Håvard Hovdet)



10.5 cm ammunisjon (anslagsbrannrør ikke montert), uten og med kogger (Navweps.com)



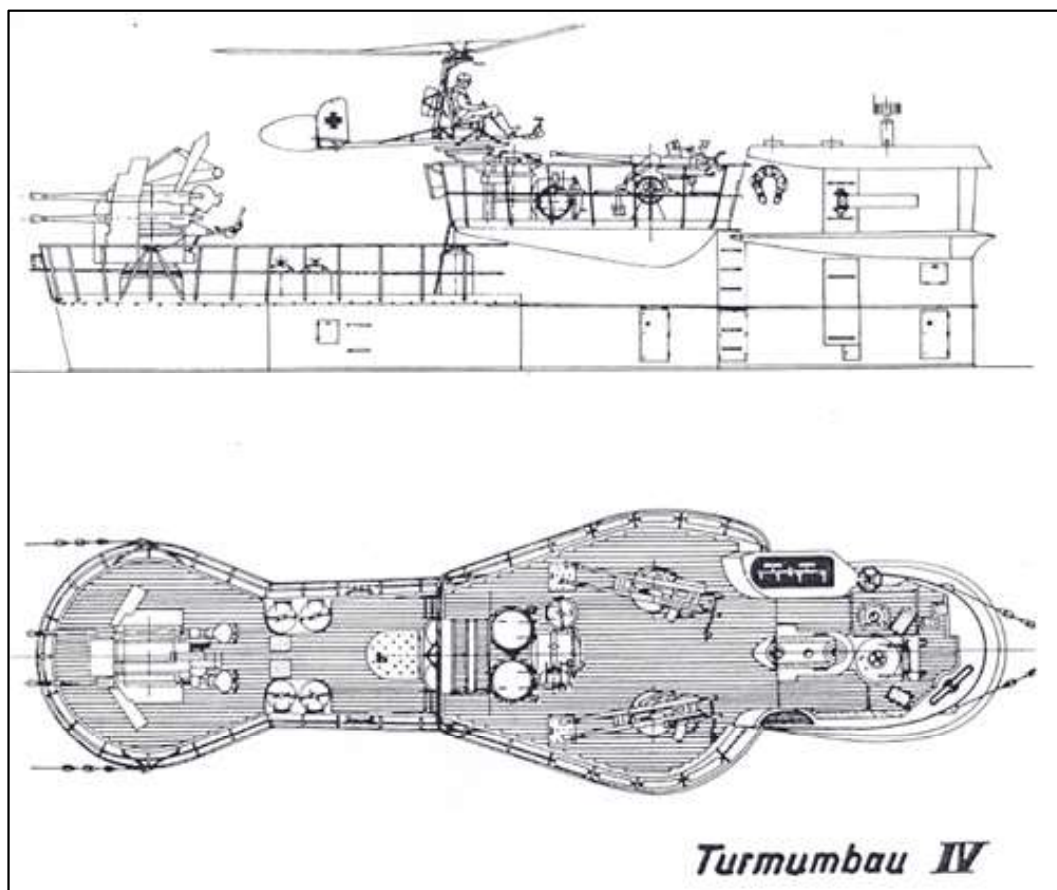
Eksempel på enhetspatron for 10,5 cm SK C/32 - Sprenggranat (M.Dv. Nr. 170,21 via Håvard Hovdet)



Eksempel på brannrør: Zt.Zs 30 tidsbrannrør (TM 9-1985-3)

5.4 Luftvernkanoner

Det var fire forskjellige hovedvarianter av kontrolltårn-konfigurasjoner - Turmumbau. U-864 ble satt opp med Turmumbau IV, hvor luftvern var prioritert.



Turmumbau IV (Niestlè)

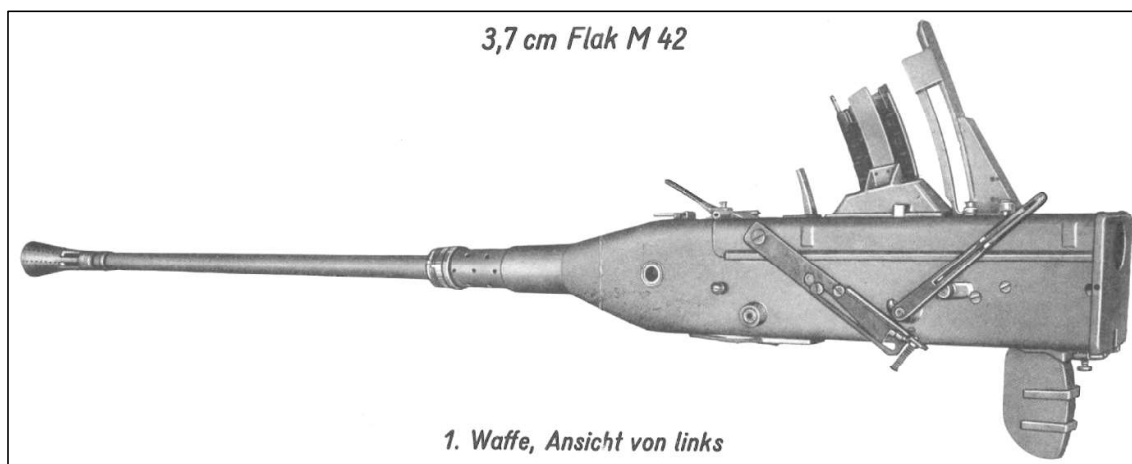
U-864 var utrustet med tre luftvernkanoner:

En 3,7 cm Flugabwehrkanone M42 Zwilling in Flaklafette LM 42IIU (3,7 cm Flak 42 Zw. in LM 42IIU), montert på plattform foran tårnet.

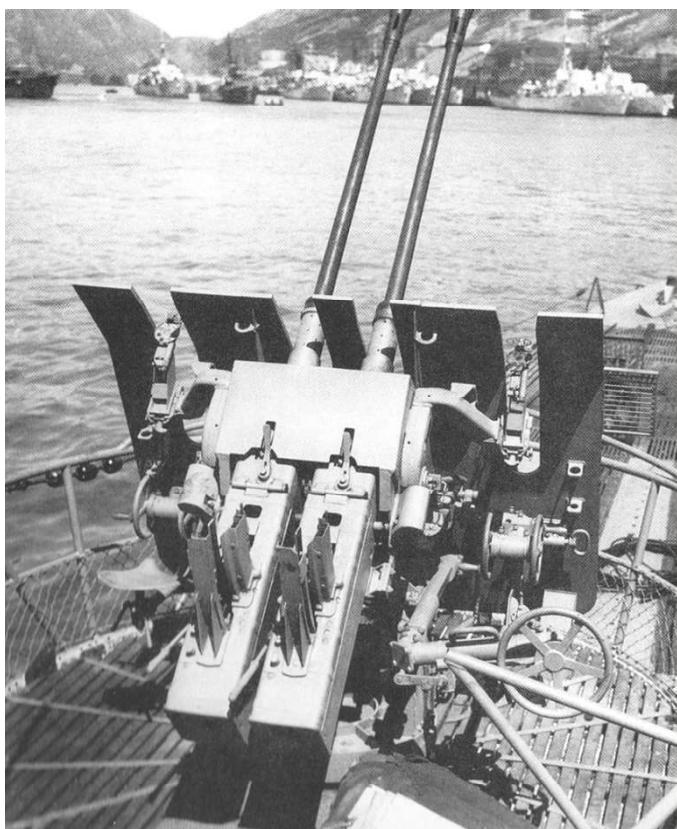
Ammunisjonsbeholdning: Ca. 2575 enhetspatroner av ulike typer, oppbevart i kasser der fem og fem patroner er klipset.

Tekniske data, ammunisjon:

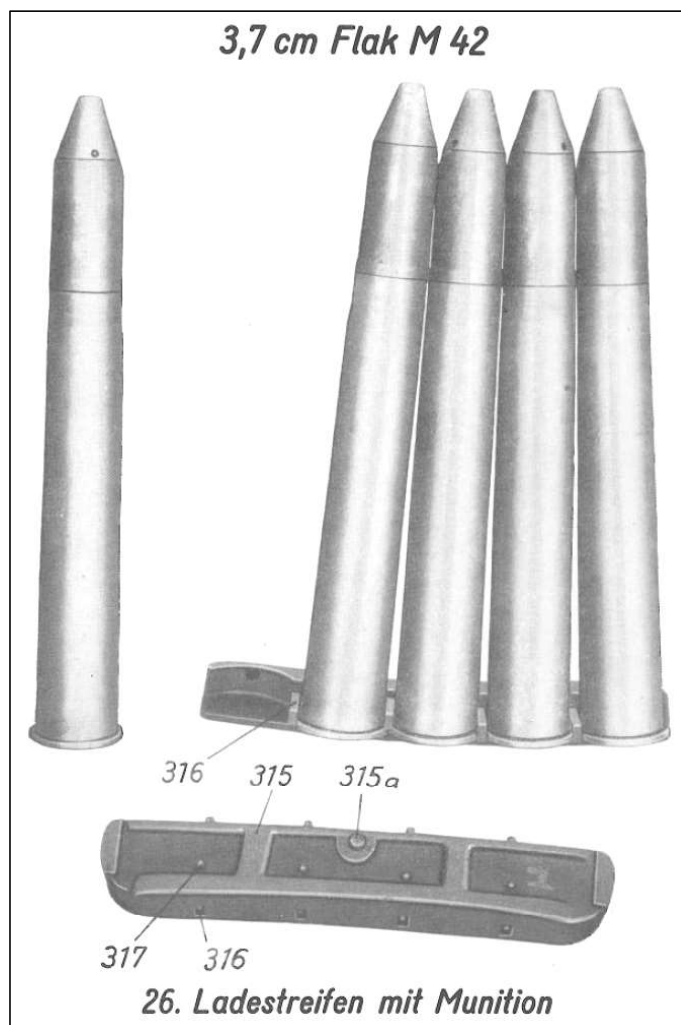
- Spreng- og pansersprenggranater (sistnevnte med en viss gjennomtrengingsevne i f.eks. skrog). Sporlys og brannsat (fosfor innhold) må påregnes
- perkusjon tennhette/sats
- Masse komplett enhetspatron 1,37 - 1,50 kg
- Drivladning høyeksplosiv ca. 0.635 kg - 0,70 kg
- Anslagsbrannrør- enten montert i granatnesen (avsetter umiddelbart ved anslag i mål) eller i granatbunnen (gir en forsinkelse som medfører avsetning innenfor f.eks. et fartøysskrog). Tidsbrannrør kan inngå i ammunisjonsbeholdningen
- Kammerpatron er satt i for å holde kammeret tett



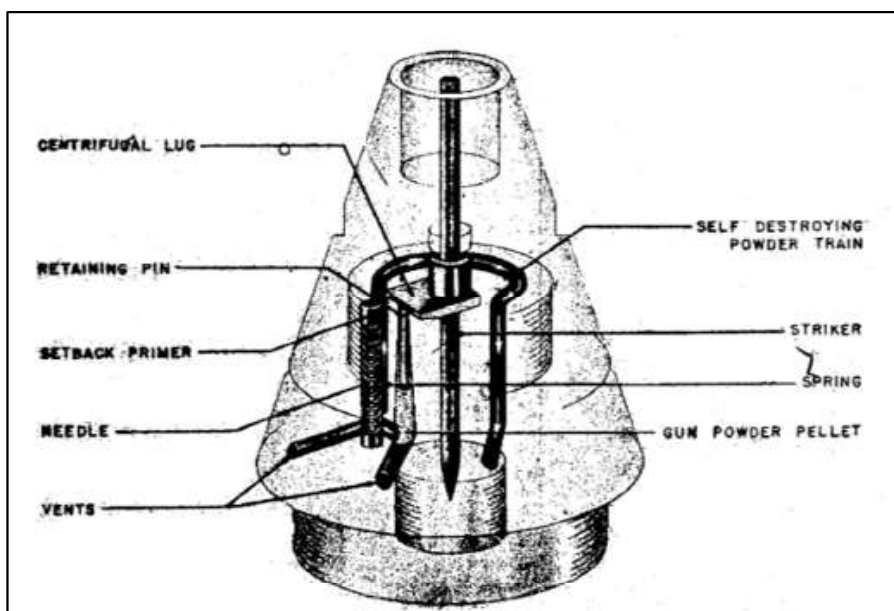
3,7 cm Flak 42 (M.Dv. Nr. 235.41 via Håvard Hovdet)



3,7 cm Flak 42 Zw. in LM 42IIU fotografert på U-190 i mai 1945 (U.S. National Archives and Records Administration)



Eksempel på enhetspatroner for 3,7 cm Flak 42 (M.Dv. Nr. 235.41 via Håvard Hovdet)



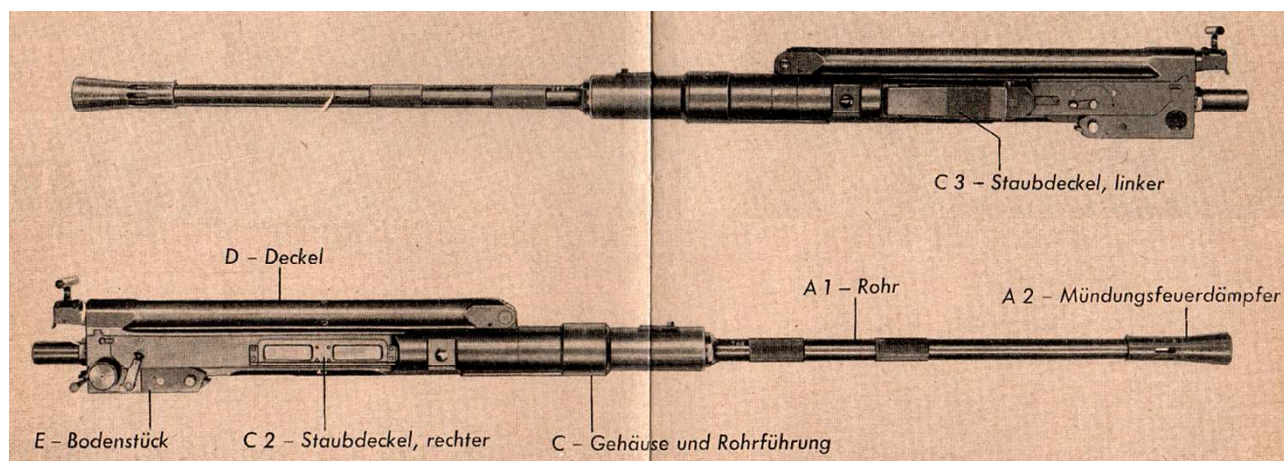
Eksempel på brannrør: K.Z. 40 anslagsbrannrør (TM 9-1985-3)

To 2 cm Flugabwehrkanone 38 Zwillling in Sockellafette 30 (2 cm Flak 38 Zw. in Sock.L. 30), montert på hhv. øvre og nedre plattform bak tårnet.

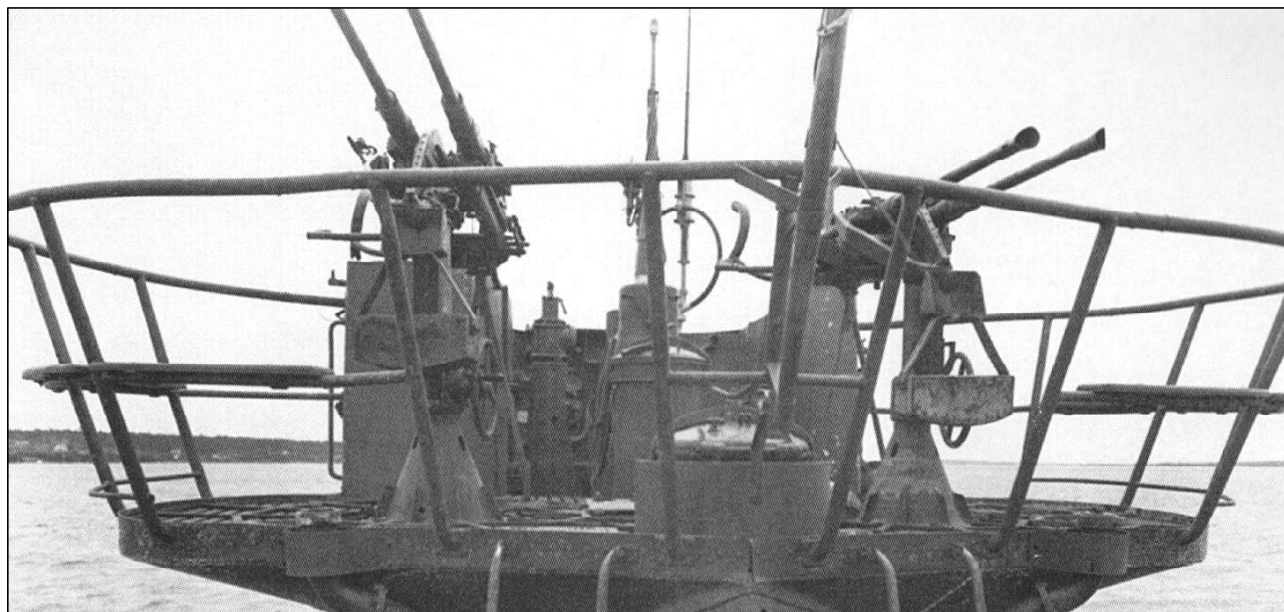
Ammunisjonsbeholdning: Ca. 8100 enhetspatroner av ulike typer, oppbevart i kasser med 20 skuddsmagasin.

Tekniske data, ammunisjon:

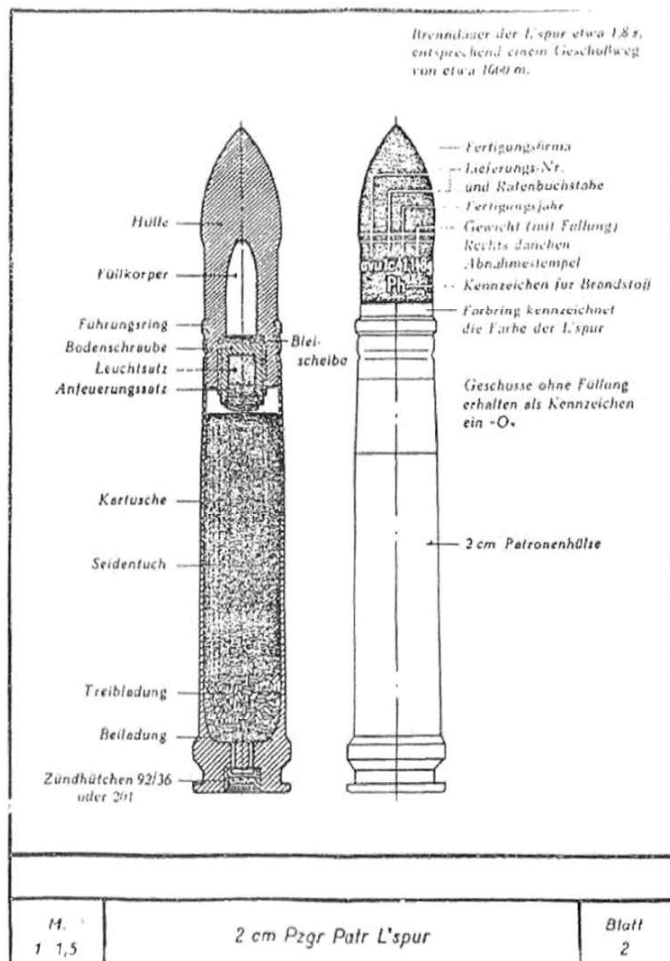
- Spreng- og pansersprenggranater (sistnevnte med en viss gjennomtrengingsevne i f.eks. skrog). Sporlys og brannsat (fosfor innhold) må påregnes.
- Perkusjon tennhette/sats
- Masse komplett enhetspatron ca. 0,32 kg
- Drivladning høyeksplosiv ca. 0.134 kg - 0,148 kg
- Anslagsbrannrør enten montert i granatnesen (avsetter umiddelbart ved anslag i mål) eller i granatbunnen (gir en forsinkelse som medfører avsetning innenfor f.eks. et fartøysskrog). Tidsbrannrør detonerer automatisk etter en viss tid (stilt inn etter antatt høyde på fly som beskytes). 2,0 cm brannrør var kun utrustet med selvødeleggelsesfunksjon ved hjelp av sentrifugalkraften og kruttforsinkelsessats
- Kammerpatron er satt i for å holde kammeret tett



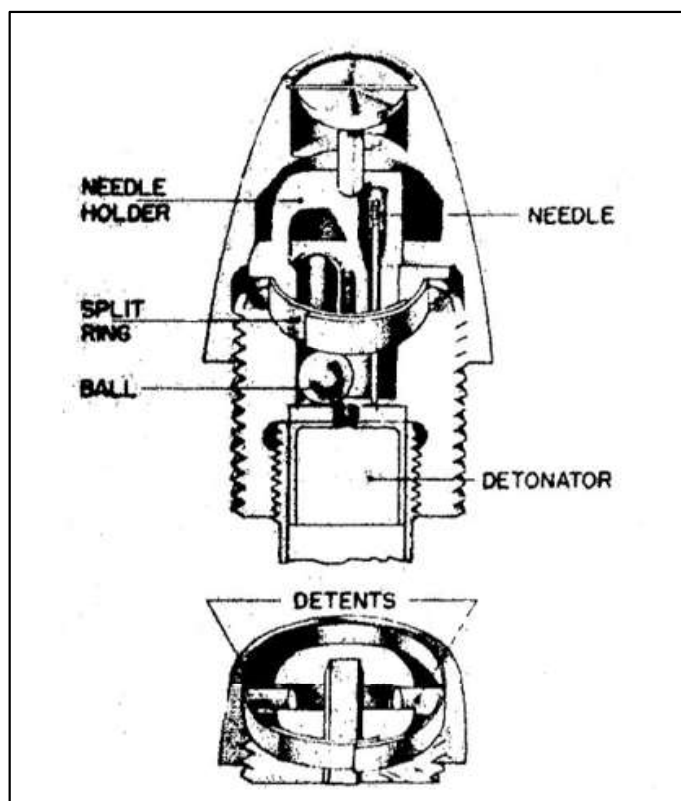
2 cm Flak 38 (M.Dv. Nr. 931/I via Håvard Hovdet)



2 x 2 cm Flak 38 Zw. in Sock.L. 30 cm fotografert på U-889 i mai 1945 (U.S. Naval Historical Center)



Eksempel på enhetspatron for 2 cm Flak 38: Pansergranat (M.Dv. Nr. 170,1 via Håvard Hovdet)



Eksempel på brannrør: A.Z 1503 og A.Z. 1504 anslagsbrannrør (TM 9-1985-3)

6. AMMUNISJON TIL MASKINGEVÆR OG HÅNDVÅPEN

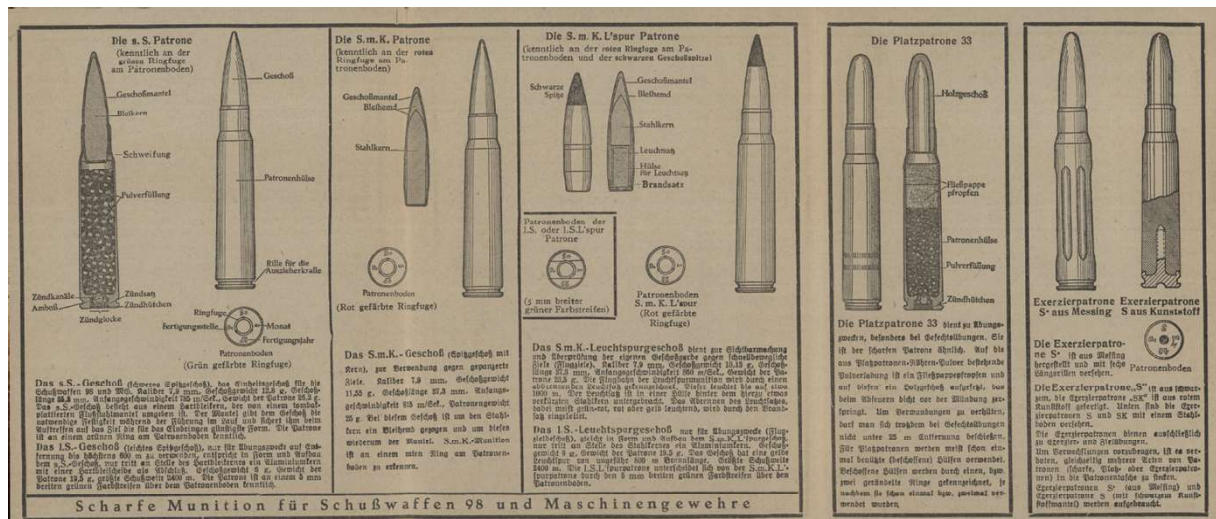
6.1 Maskingevær

Ubåten var utstyrt med to 7,92 mm Maschinengewehre 81 Zwilling (7,92 mm MG 81Z), for montasje i stativ på bro.

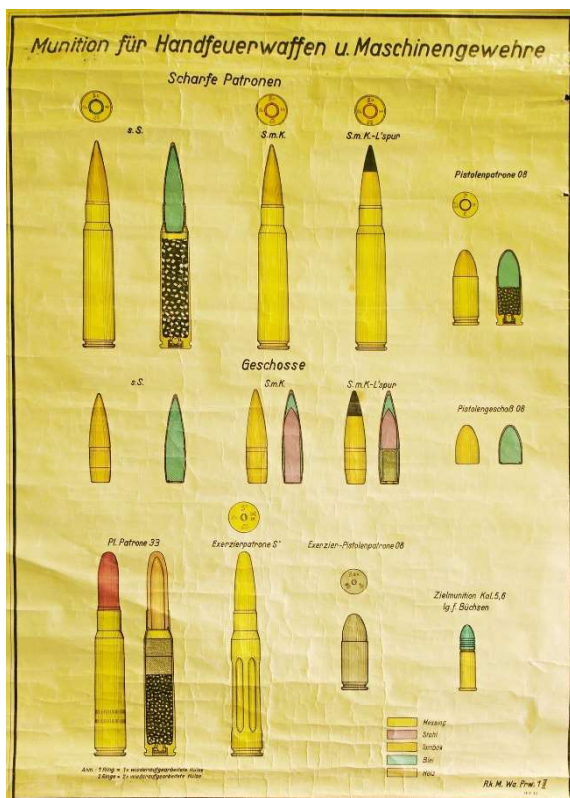
Ammunisjonsbeholdning for MG 81Z: 13200 patroner.



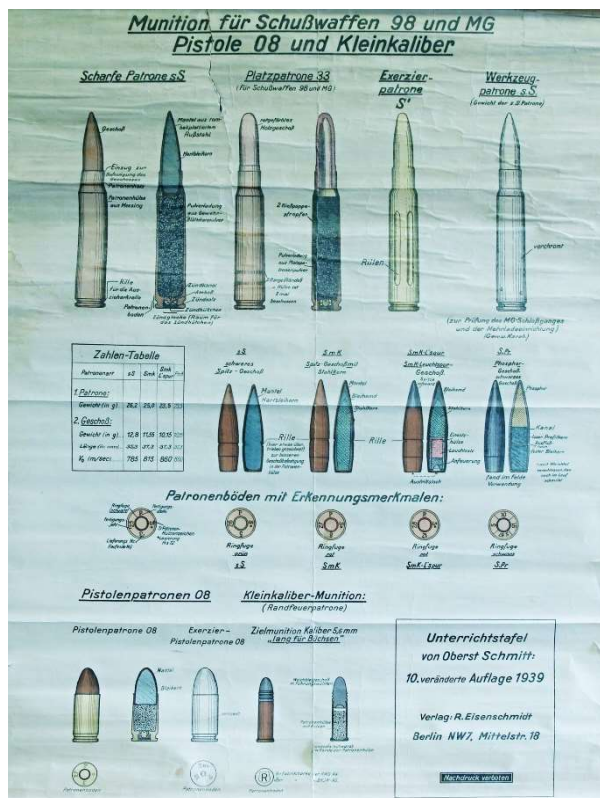
7,92 mm Maschinengewehre 81 Zwilling (www.germanluftwaffe.com)



Die Munition für handfeuerwaffen und Maschinengewehre (Wehrmacht Waffentafel 16, 1942, via Håvard Hovdet)



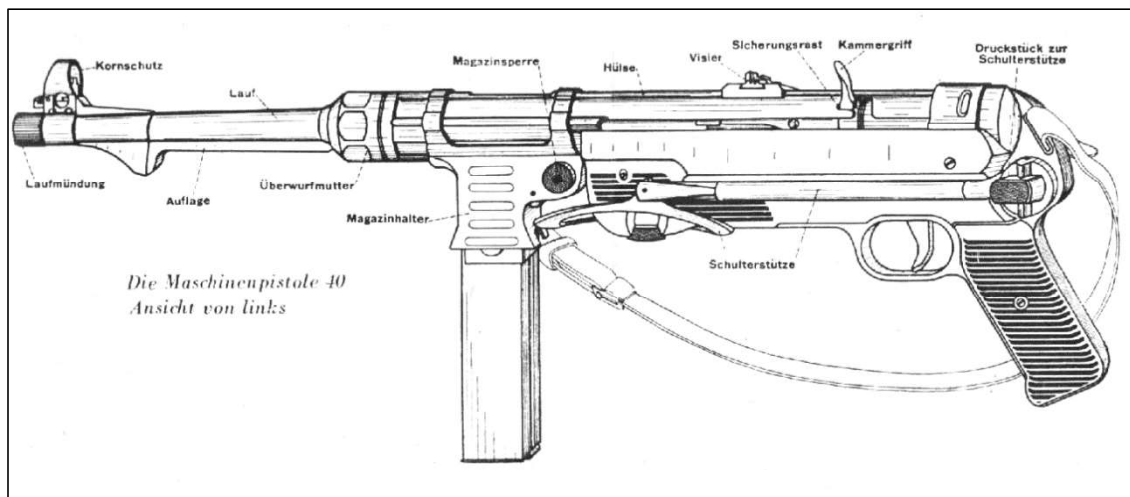
Informasjonsplakater for håndvåpenammunisjon (Kriegsmarine-arkivstykke, via Håvard Hovdet)



6.2 Maskinpistoler

U-864 var utrustet med maskinpistoler av type 9 mm Maschinenpistole 40 (9 mm MP 40). Antall 2-4 stk., men kan være flere.

Ammunisjonsbeholdning for MP40: 1400 patroner.

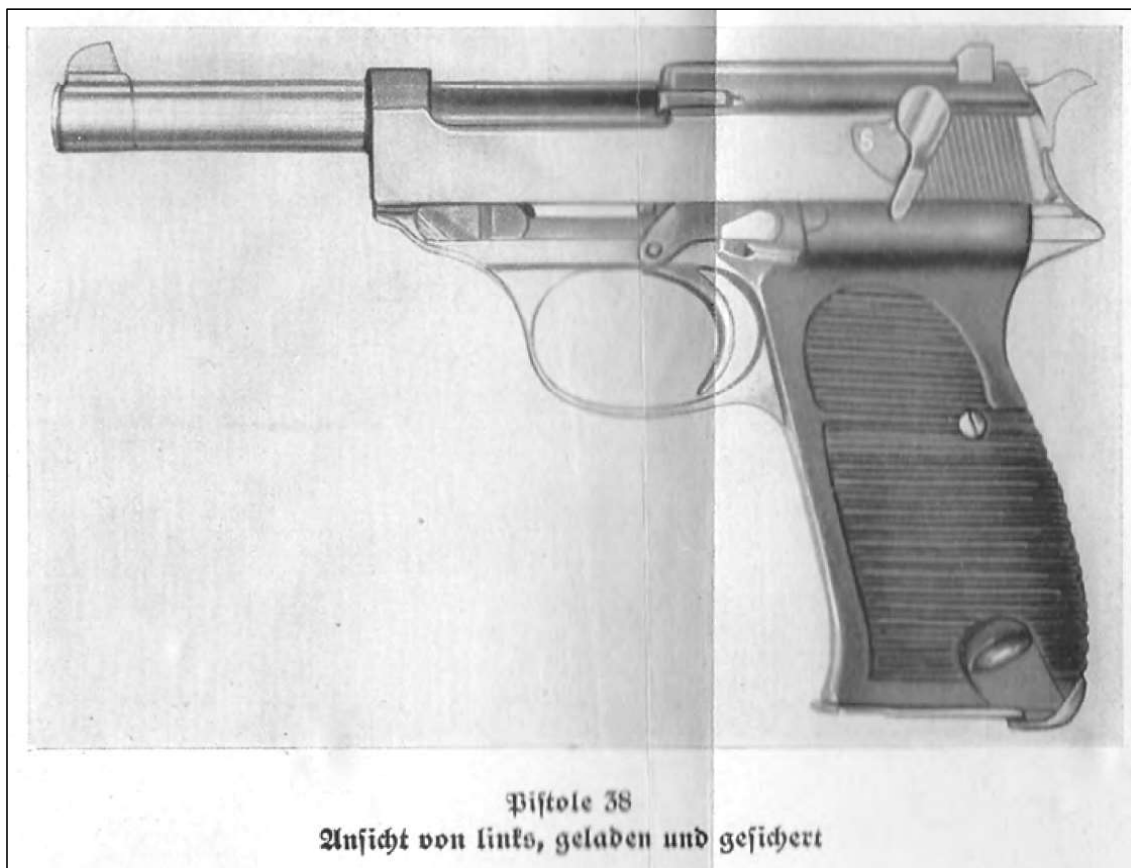


9 mm Maschinenpistole 40 (Die Maschinenpistole 40 Beschreibung und Handhabung)

6.3 Pistoler

U-864 hadde normalt en beholdning på 10 pistoler, mest sannsynlig 9 mm Pistole 38 (9 mm P38).

Ammunisjonsbeholdning for P38: 650 patroner.



9 mm Pistolet 38 (H.Dv. Nr. 254)

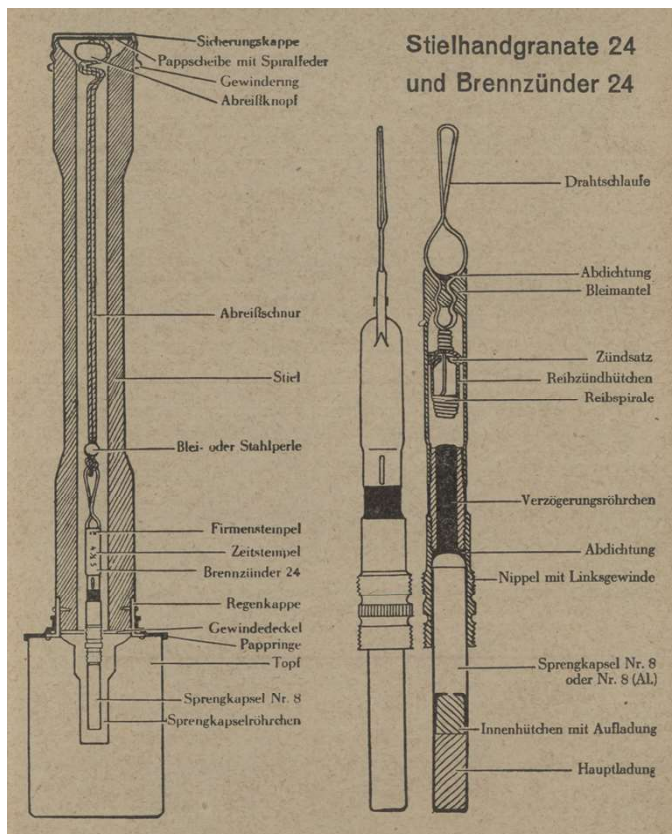
7. HÅNDGRANATER

Det er usikkert om det var en beholdning av håndgranater ombord, men det er sannsynlig basert på informasjon fra andre fartøy, hvor typisk beholdning ville være ca. 30 av Wehrmachts standard håndgranatmodeller:

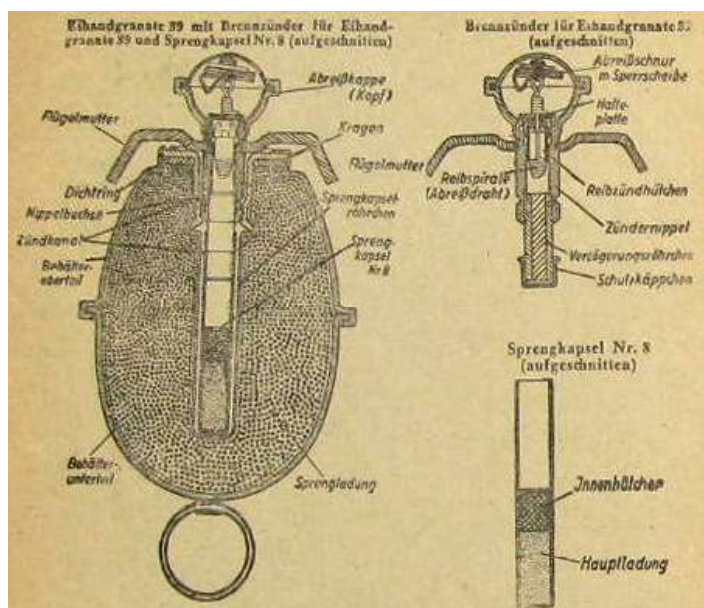
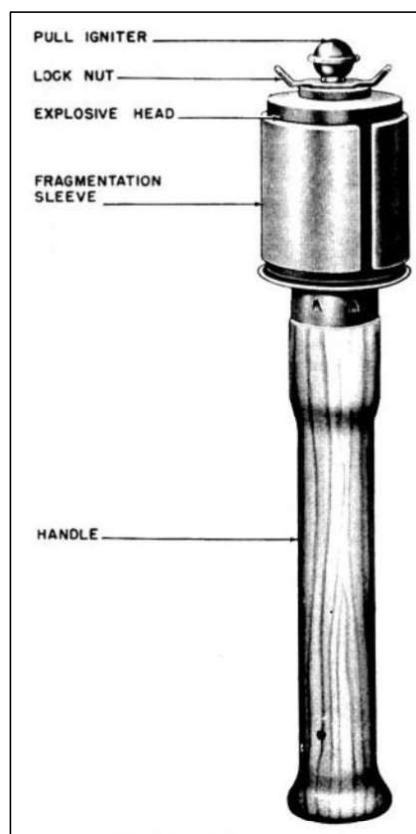
- Stielhandgranate 24/Stielhandgranate 39
- Eierhandgranate 39

Håndgranatene inneholder en initialladning med tidsforsinkelse (kruttlunte), en detonator (knallkvikksølv el.) og en hovedladning (TNT) på rundt 150 g for Stielgranate og 110 g for Eiergranate.

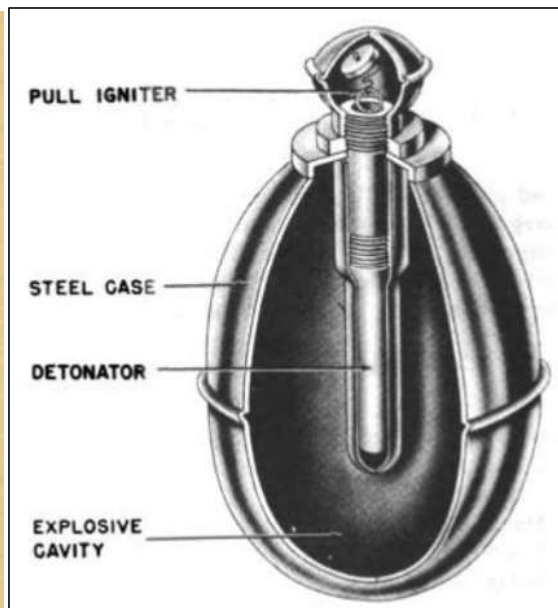
Granaten aktiveres ved å løse ut tennmekanismen, hvorpå forsinkelsesladningen avsetter detonator og hovedladning etter en brenntid på 4-5 sekunder.



Stielhandgranate 24 mit Brennzünder 24 (hvv Wehrmacht Waffentafel 14, 1941, via Håvard Hovdet og O.P. 1666)



Eierhandgranate 39 (hvv Wehrmacht Waffentafel 44, 1943, via Håvard Hovdet og O.P. 1666)



8. LINEKASTER

Alle fartøy hadde utstyr for å skyte redningsliner el. til bruk ved f.eks. overføring av personell eller materiell. Ubåter benyttet typisk «Leinenpistole system Sander», som skjøt en rakett-drevet granat påfestet en tynn line. Pistolen ble oppbevart i en stålkasse, mens granater og liner ble oppbevart i separate, ventilerte stålkasser.

Normal beholdning av liner og drivpatroner var 25 stk.



Sander Leinenpistole med oppbevaringskasse (Luger-forums)



Oppbevaringskasse for liner m/granatinnfesting (Luger-forums)

9. SIGNALAMMUNISJON

Signalammunisjon ble benyttet til ulike former for kommunikasjon, alarmering og signalering.

Wehrmacht hadde en stor mengde av ulike typer signalammunisjon, men en ubåt ville normalt hatt en beholdning på en enkeltløpet og en dobbeltløpet 26,5 mm signalpistol (Leuchtpistole).

En signalpatron består av en hylse med tennhette, drivladning og lys/signalsats.

Ammunisjonsbeholdningen var normalt ca. 300 patroner (Leuchtpatrone) av forskjellige typer mht. lys/mønstre.



Eksempel på hhv. enkelt- og dobbeltløpet tysk 26.5 mm signalpistol (U.S. Army ETO Ordnance Technical Intelligence Report 1945 via Håvard Hovdet)



Eksempler på tysk 26.5 mm signalammunisjon (U.S. Army ETO Ordnance Technical Intelligence Report 1945 via Håvard Hovdet)

10. DEMOLERINGSLADNINGER

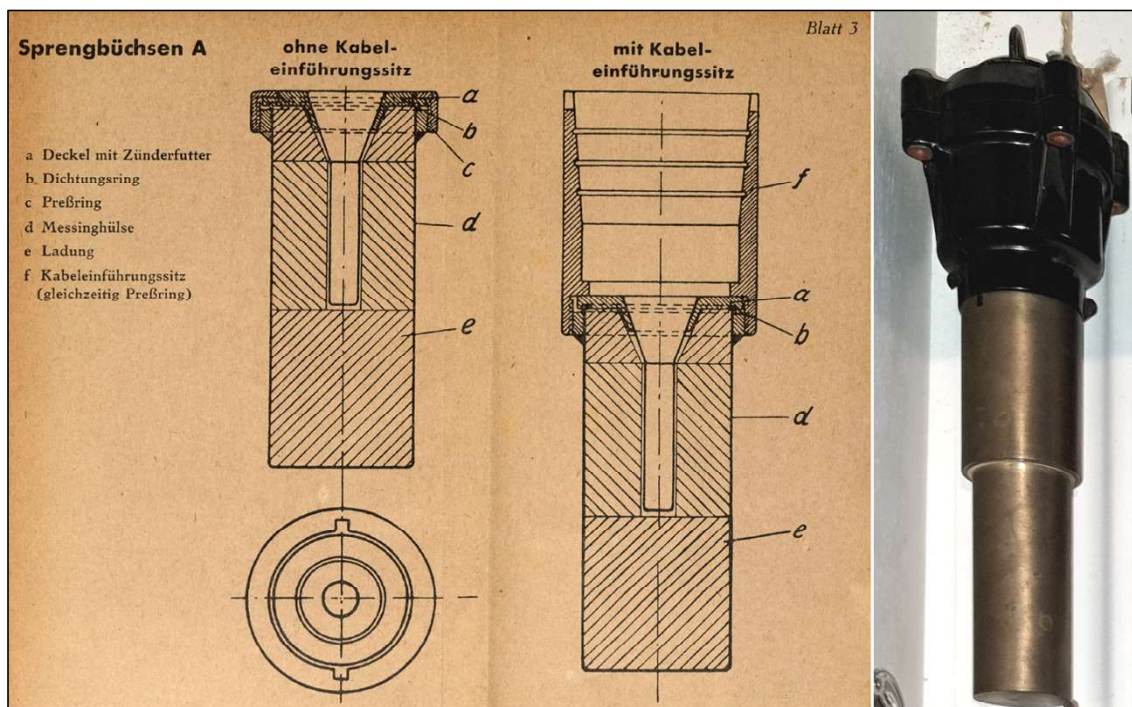
U-864 hadde et antall demoleringsladninger som skulle anvendes til å ødelegge kritisk utstyr hvis fartøyet måtte forlates.

Type IX D2 hadde iht. bauvorschrift to typer ladninger:

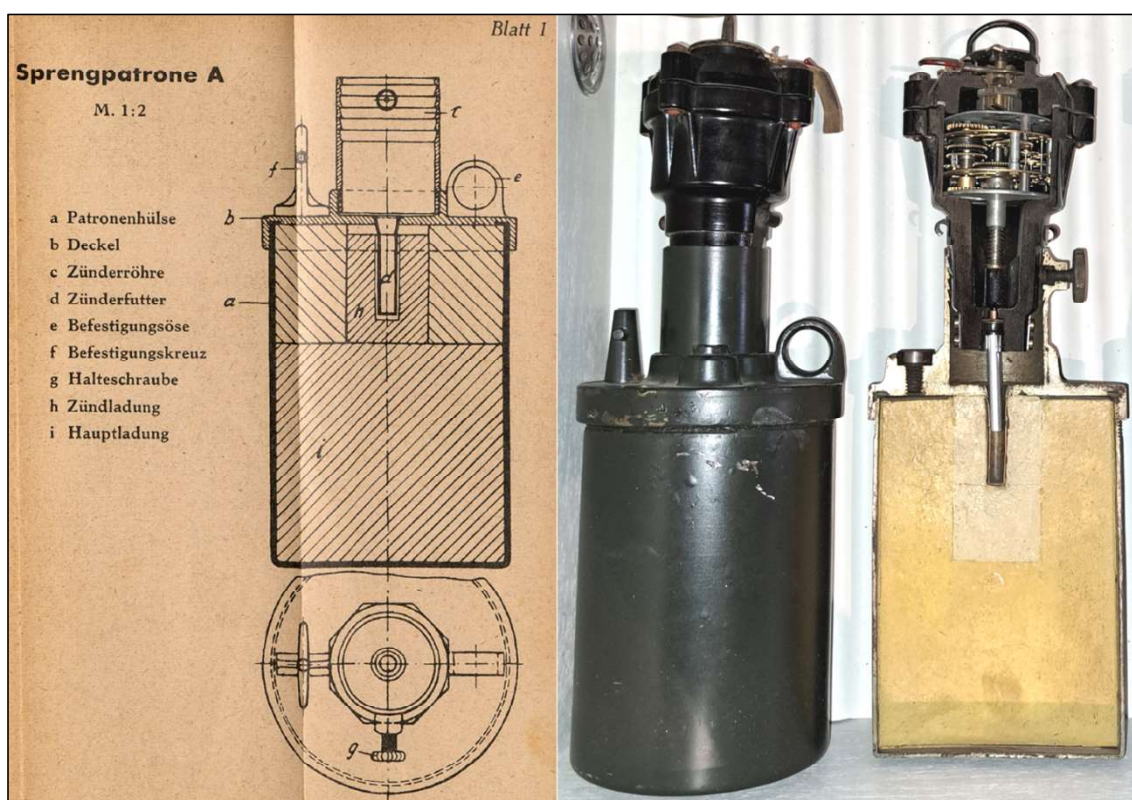
- 24 stk. Sprengbüchse A (Spr.B. A): Hovedladning 500 g Schießwolle
- 12 stk. Sprengpatrone A (Spr.Patr. A): Hovedladning 2000 g Schießwolle + tennladning 85 g Tetra Nitro Metyl Anilin ("Tetra")

Ladningene ble avsatt med en tidsinnstilt detonator (knallkvikksølv/tilsv.), hvor det var flere aktuelle typer, dog typisk med 9 min. forsinkelse:

- 24 stk. Zeitzünder 9 (Zt.Z. 9): Detonator med ca. 1,5 g Knallkvikksølv/tilsv.



Sprengbüchse A - Illustrasjon + foto av gjenstand i Orloogsmuseum Overloon (hhv M.Dv. Nr. 359 og privat, via Håvard Hovdet)



Sprengpatrone A - Illustrasjon + foto av gjenstand i Orloogsmuseum Overloon (hhv M.Dv. Nr. 359 og privat, via Håvard Hovdet)



Zeitzünder 9 - Illustrasjon + foto av gjenstand i Orloogsmuseum Overloon (hhv Intarex B.V. og privat, via Håvard Hovdet)

11. SAMLET AMMUNISJONSBESKRIVELSE MED LOKALISERING OG NEI

Tabellen lister opp den samlede ammunisjonsbeholdningen som beskrevet ovenfor, med lokalisering og oppsummert netto eksplosivinnhold (NEI).

MERK: Flybombene er ikke tatt med pga. stor usikkerhet knyttet til antall og lokalisering.

LOKASJON	AMMUNISJONSTYPE	ANTALL	NEI
Baugtorpedorom – Ladet i torpedorør I-IV	Torpedokrigshoder til: 2 stk. G7es(TV) 2 stk. G7e(TIIIa Fat II)	2 stk. Type Kb med tennapparat Pi 2 2 stk. Type Ke med tennapparat Pi 4c	Ca. 1100 kg høyeksplosiver og ca. 1,5 kg Pentritt
Baugtorpedorom – Ligger på dørkplatene rett bak torpedorørene	Torpedokrigshoder til: 2 stk. G7e(TIIIa Fat II)	2 stk. Type Kb	Ca. 560 kg høyeksplosiver
Baugtorpedorom	Løse tennapparater til torpedokrigshoder	2 stk. Pi 4c 2 stk. Pi 2	Ca. 1,5 kg Pentritt
Forre WC, rett i akterkant av baugtorpedorom	Løse tennapparater til torpedokrigshoder	2 stk. Pi 4c eller Pi 2	Ca. 1 kg Pentritt
Proviantlager	5 bokser med demoleringsladninger	24 stk. Sprengbüchse A 12 stk. Sprengpatrone A	36 kg høyeksplosiver (kan være mer).
Magasin #2	Ammunisjon til artilleri og avdelingsvåpen (kan også inneholde håndgranater, flybomber og detonatorer)	Usikker beholdning, men sannsynlighet for større NEI- verdier.	Usikker
Magasin #1	Ammunisjon til artilleri og avdelingsvåpen (kan også inneholde håndgranater, flybomber og detonatorer).	Usikker beholdning, men sannsynlighet for større NEI- verdier.	Usikker
Offisersmesse	3 bokser 7.92 mm til MG 81Z	540 patroner	Usikker (minimal NEI)
Oppbevaringsrom i akterkant av 10,5 cm sjømålskanon på fordekk	Enhetspatroner til 10,5 cm SK C/32	32 patroner i beredskapskogger, klargjort til bruk.	Ca. 45 kg (merk: Sannsynlig at ammunisjonen ble kastet ut ifbm torpederingen)
Oppbevaringsrom i akterkant av dobbel 3,7 cm luftvernkanon på tårnplattform	Enhetspatroner til 3,7 cm Flak M42	38 klips á 5 patroner klargjort til bruk, i beredskapsbeholder.	Ca. 250 kg
Hekk torpedorom	2 bokser med tennmekanismer for demoleringsladninger	24 x Zt.Z.9 detonatorer	Svært lite NEI
Hekk torpedorom	Løse tennapparater til torpedokrigshoder	2 stk. Pi 4c	Ca. 1 kg Pentritt
Hekk torpedorom – Ladet i torpedorør V-VI	Torpedokrigshoder til: 2 stk. G7es(TV)	2 stk. Type Ke med tennapparat Pi 4c	Ca. 550 kg høyeksplosiver og ca. 1 kg Pentritt

12. ANVENDT REFERANSELITTERATUR

12.1 Arkivundersøkelser relatert U-864

- «UR-Report No 002/2024. Ammunition carried aboard U 864 during its final patrol in February 1945» (Dr. Axel Niestlé, 2024)

12.2 Ammunisjonslast

12.2.1 Torpedoer

- «Deutsche Unterwasserwaffen - Torpedos»: Oversatt utgave av U.S. Navy Ordnance Pamphlet 1673B German Underwater Ordnance - Torpedoes (Bundesmarine, ca 1955)
- «Die Torpedos der deutschen U-Boote» (Eberhard Rössler, 2005)
- «Torpedo Zünder der Deutschen Marine von 1914 bis 1968 mit historischem Rückblick» (Bundesmarine, ca 1970)
- B.R. 1972 - German torpedoes and development of German torpedo control (Royal Navy, 1952)
- Beschreibung und Betriebsvorschrift für den Torpedotransport auf U Booten Bauart VII F (1944)
- E.12(A) - Håndbok i torpedomateriell torpedo modell T1, Del II Plansjer (Sjøforsvaret, ca 1960)
- Einführung in das Unterwasser-Sprengwesen (Kriegsmarine/Chemische & Physische Versuchsanstalt der Marine, 1945)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 358A - Torpedo G7a Zeichnungen (Kriegsmarine, 1941)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 688 - Torpedo G7e Beschreibung (Kriegsmarine, 1941)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 689 - Torpedo G7e Zeichnungen (Kriegsmarine, 1943)
- Ordnance Pamphlet 1330 - Mine Disposal Handbook, Part IV German Underwater Ordnance, Chapter 3 Torpedoes (U.S. Navy, 1945)
- Royal Navy translated german torpedo document - Detailed description of the TZ.5 pistol (Kriegsmarine/Torpedo-Inspektion/Torpedo Versuch-Anstalt Eckernförde, 1944)
- Royal Navy translated german torpedo document - Passive Acoustic Torpedo T5. The basis and technical development of the T5 passive acoustic target-seeking torpedo (Kriegsmarine/Torpedo-Inspektion/Torpedo Versuch-Anstalt Gotenhafen, 1945)
- Technische Dienstvorschrift Nr. 194 - Torpedo-Kopf-Pistolen-Tabelle (Kriegsmarine, 1944)
- Teknisk evalueringsrapport "Målsøkende torpedo, tysk type TV" (Sjøforsvaret/Minevesenet, 1945)
- Torpedo-Bewaffnung der U-Boote Typ VIIC, IXC und IXD (Stahlrohre) - Zeichnungen von Ausstoßrohren (Kriegsmarine, 1942)
- United States Naval Technical Mission in Europe, Technical Report No. 203-45 - German Naval Torpedo Pistols and Warheads (U.S. Navy, 1945)

12.2.2 Flybomber

- «Deutsche Abwurfmunition im Zweiten Weltkrieg» (Wolfgang Fleischer, 2015)
- Dienstvorschrift (Luft) 4300 - Abwurfmunition Bomben. Munitions-Handbuch Teil 1, Minenbomben. Heft 1, SC 50 (Luftwaffe, 1942)
- Dienstvorschrift (Luft) 4301 - Abwurfmunition Minenbomben. Munitions-Handbuch Teil 1, Dünnwandige Sprengbomben. Heft 1, SC 50 (Luftwaffe, 1942)

12.2.3 Artilleriammunisjon

- Luftwaffe Dienstvorschrift Nr. 4402 - Die Munition der Flakartillerie, Beschreibung (Luftwaffe, 1942)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 170,1 - Merkbuch über die Munition für die 2 cm Flak 30 und 2 cm Flak 38 (Kriegsmarine, 1944)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 170,21 - Merkbuch über die Munition für die 10,5 cm SK C/32 der Schiffs- und Küstenartillerie (Kriegsmarine, 1944)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 190,4.A.15 - Munitionsvorschriften für Die kriegsmarine (Artillerie) 4. Abschnitt V, Patronen für Geschütze und 2cm Flak. Teil A, Beschreibung (Kriegsmarine, 1941)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 234,2 - Die 10,5 cm Schnelllade-Kanone C/32 (Kriegsmarine, 1937)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 235,41 - Vorläufige Beschreibung der 3,7 cm Flak M42 - Band I Technische Beschreibung (Kriegsmarine, 1944)

- Marine-Dienstvorschrift Nr. 931/1 - 2 cm Flak 38, Teil 1 - 2 cm Flak 38-Waffe - Beschreibung, Wirkungsweise und Behandeln (Kriegsmarine, 1940)
- Technical Manual 9-1985-3 German Explosive Ordnance (Projectiles and Fuzes) (U.S. Department of the Army, 1953)

12.2.4 Ammunisjon til maskingevær og håndvåpen

- A.122 - Beskrivelse av 9mm maskinpistol M/40 (Schmeisser) (Hærens Overkommando, 1949)
- Die Maschinenpistole 40 - Beschreibung und Handhabung (Heinz Denckler)
- Dienstvorschrift 196 - Pistole 38 Einzelteile (Oberkommando des Heeres, 1941)
- Heeres-Druckvorschrift Nr. 254 - Pistole 38 Beschreibung, Handhabungs- und Behandlungsanleitung (Oberkommando des Heeres, 1940)
- Heeres-Druckvorschrift Nr. 481/1 - Merkblatt für Die Munition für Handfeuerwaffen und M.G. (Oberkommando des Heeres, 1938)
- Maschinengewehr MG-81 (www.germanluftwaffe.com)
- Waffentafeln, ulike utgaver (Heer, 1941-43)

12.2.5 Håndgranater

- Ordnance Pamphlet 1666 - German Explosive Ordnance (U.S. Navy, 1946)
- Waffentafeln, ulike utgaver (Heer, 1941-43)

12.2.6 Signalammunisjon

- «Tysk signalammunisjon (Leucht und Signal Munition) 1939-45» (Tom Ødemark, 1980)
- ETO Ordnance Technical Intelligence Report No. 187 - Pyrotechnic Cartridge, 12 mm and Cal .380 (German) (U.S. Army, 1945)
- ETO Ordnance Technical Intelligence Report No. 339 - German Pyrotechnic Pistols (U.S. Army, 1945)
- German Signal Pistols and Equipment - Examination 1941-1945 (Royal Ministry of Supply, 1945)

12.2.7 Demoleringsladninger

- Bauvorschrift für den Schiffskörper der Unterseeboote Typ IX D1 Typboot U180, Typ IX D2 Typboot U177 - A1-7, SI-IV (Kriegsmarine, 1941)
- Kampfmittel-Belehrungsblatt - Zeitzünder mit Uhrwerkschlagbolzenzündung 9 Minuten (Intarex B.V., 1996)
- Marine-Dienstvorschrift Nr. 359 - Sprengvorschrift für die Kriegsmarine (Kriegsmarine, 1940)

12.3 Generelt

Internettområder benyttet for ytterligere informasjon/supplerende kilder for illustrasjoner:

- Bundesarchiv: <https://invenio.bundesarchiv.de/>
- German Luftwaffe: <http://www.germanluftwaffe.com>
- Imperial War Museum: <https://www.iwm.org.uk>
- Luger-forums: <https://www.lugerforums.com>
- Naval Weapons, Naval Technology and Naval Reunions: <http://navweaps.com/>
- U-Historia: <https://www.u-historia.com>
- U.S. National Archives and Records Administration: <https://www.archives.gov>
- U.S. Naval Historical Center: <https://www.loc.gov/>