

Fra Krig og Fred

Dansk Militærhistorisk Kommissions Tidsskrift
Nummer 2015



Artikel:

“Hit First, Hit Hard and Keep on Hitting”.

Ildledning i den britiske og tyske flåde under Første Verdenskrig

Forfatter:

Søren Düwel ©

Adjunkt A.P. Møller-skolen i Slesvig

Søgeord:

Ildledning; Skibsartilleri; Den Tyske Højsøflåde; Royal Navy; 1. Verdenskrig; Jyllandsslaget; Søkrig; Slagskib.

Resumé:

Artiklen giver den første tilgængelige beskrivelse af den tyske flådes ildledningssystem under Første Verdenskrig. Den analyserer og vurderer den britiske og tyske flådes ildledningserfaringer med fokus på Jyllandsslaget. Konklusionen er, at den altovervejende beskrivelse i engelsproget litteratur af det britiske ildledningssystem som værende overlegent er uden grundlag og derfor misvisende. Det tyske ildledningssystem besad - hovedsagelig på grund af væsentlig højere grad af systemintegration - en overlegen operationel kapacitet under de meget vanskelige sigtbarhedsforhold i Nordsøen.

“Hit First, Hit Hard and Keep on Hitting” Ildledning i den britiske og den tyske flåde op til og under Jyllandsslaget

Indledning

2016 repræsenterer 100-årsjubilæet for Jyllandsslaget i 1916 imellem den britiske Grand Fleet og den tyske Hochseeflotte. I de mellemliggende 100 år har slaget været genstand for en omfattende interesse blandt flådehistorikere. Hver eneste beslutning, som den britiske og den tyske admiral tog, er blevet gransket, og enhver teknisk detalje er tilgængelig for hvert eneste af skibene, der deltog i slaget. Men på trods af de mange hyldemeter litteratur om slaget er der overraskende



Opfattelse af situationen under Jyllandsslaget, hvor den tyske flåde drejer væk fra den britiske, som ses i det fjerne. Kunstneren har dramatisk forbedret sigtbarheden og reduceret afstandene i forhold til virkeligheden om eftermiddagen 31. maj 1916.
(Maleri: Montague Dawson, <http://www.vallejogallery.com>)

nok stadig et vigtigt aspekt af slaget, der stadig kun er meget ringe belyst. For mens antal og kaliber for hver eneste kanon ombord på skibene er beskrevet, er der, især på tysk side, kun skrevet ganske lidt om, hvordan disse kanoner ramte deres mål. Spørgsmålet om, hvordan de to flåders ildledelsessystemer målte sig med hinanden, er derfor aldrig blevet besvaret.

Dette må ellers siges at være et væsentligt aspekt af slaget. Emnet ildledning dækkede over, hvordan et skib kontrollerede sit artilleri og udregnede skudløsninger, der muliggjorde at ramme et fjendtligt skib 15 km væk, når det sejlede med over 25 knob. At træffe fjenden på disse afstande krævede udregninger, der var så komplicerede, at det nødvendiggjorde udviklingen af nogle af verdens første analoge mekaniske computere.

I den eksisterende litteratur er det britiske ildledelsessystem beskrevet forholdsvis grundigt, hvorimod det tyske ildledelsessystem kun beskrives meget sparsomt. Måske ikke overraskende er den altoverskyggende tendens derfor også, at det britiske system fremhæves som både det mest avancerede og det mest effektive.¹ Det er min påstand, at denne universale tendens skyldes manglende viden om det tyske ildledelsessystems opbygning og kapacitet, samt en overdreven tiltro til det britiske systems operative kapacitet, der ikke understøttes af kamperfaringer eller af samtidige kilder.

Dreadnoughts og skydning til søs

Inden artiklen begynder at beskæftige sig mere dybtgående med ildledning, vil det være nødvendigt kort at redegøre for udviklingen i krigsskibsdesign og den heraf følgende udvikling indenfor artilleriskydning til søs. Derudover vil det være nødvendigt for den videre læsning af artiklen at redegøre for de mest grundlæggende begreber inden for ildledning. Formålet med dette afsnit er således at skabe forståelsesrammen for resten af artiklen.

Siden slaget ved Trafalgar i 1805 havde den britiske flåde, Royal Navy, haft det ubestridte herredømme over verdenshavene. For i fremtiden at sikre dette herredømme, der var vitalt for at opretholde det britiske imperium, havde britisk flådepolitik traditionelt været baseret på two power-standarden, der dikterede at Royal Navy skulle være større end den anden- og tredjestørste flåde i verden tilsammen. I midten af 1880'erne begyndte flere europæiske lande dog en flådeoprustning, der betød, at prisen for briternes herredømme til søs begyndte at eskalere. Fra 1889 til 1904 fordobledes prisen på et moderne krigsskib, samtidigt med at den accelererende teknologiudvikling betød, at et nyt krigsskib kun havde en forventet tjenestetid på 15 år, inden det var forældet. Disse faktorer betød, at de

1 For eksempler se: Friedman, *Naval Firepower*, (Barnsley 2008), p. 101; Friedman, *Naval Weapons of World War One*, (Barnsley 2011), p. 127, Brooks, *Dreadnought Gunnery and the Battle of Jutland*, (Abingdon 2005), p. 224; Padfield, *Guns at sea*, (London 1973), p. 228.

britiske flådeomkostninger omkring århundredskiftet begyndte at være uholdbare, og Storbritannien var derfor tvunget til at opgive two-power standarden.

I 1904 påbegyndte den nyudnævnte First Sea Lord² admiral Sir John Fisher derfor en reorganisering af flåden, hvor krigsskibe fordelt på baser over hele det britiske imperium blev trukket hjem for at kunne forsvare de britiske øer imod en invasion ved at sikre søherredømmet i de hjemlige farvande. Derudover iværksatte han en skibsbygningspolitik, der lagde vægt på færre, men bedre krigsskibe.³

En direkte konsekvens af Fishers fokus på krigsskibe af overlegen kampkraft var bygningen af HMS *Dreadnought*, der var færdiggjort i 1906. *Dreadnoughts* design var så revolutionerende, at det i praksis gjorde samtlige andre krigsskibe i verden forældede. Hidtil havde krigsskibe haft en blandet bevæbning bestående af både tungt, middeltungt og let artilleri ombord og kun højst fire tunge kanoner samlet i to kanontårne. *Dreadnought* havde intet middeltungt artilleri, men havde ud over hele ti tunge kanoner samlet i par i fem kanontårne kun let artilleri til at forsvare skibet imod torpedobåde. Samtidigt var *Dreadnought* hurtigere end noget andet større krigsskib i verden. Det betød, at det kunne bestemme, hvilken afstand et slag skulle udkæmpes på. Det kunne holde sig uden for den effektive skudafstand fra en modstanders middeltunge og lette artilleri, samtidigt med at dets overlegenhed i tungt artilleri hurtigt ville gøre enhver modstander ukampdygtig.⁴

Hvor stor en omvæltning *Dreadnought* betød for krigsskibsdesign fremefter, illustreres af, at skibe, der efterfølgende blev bygget ud fra de samme principper, fik fællesbetegnelsen *Dreadnoughts*, og skibe bygget før *Dreadnought* blev refereret til som pre-*dreadnoughts*. *Dreadnoughts* blev underopdelt i to kategorier. For det første egentlige slagskibe, der var tungt pansrede, og hvis opgave det var at bekæmpe fjendens slagskibe. For det andet slagkrydsere, der havde lettere panser, men til gengæld var hurtigere. Disse havde oprindeligt til opgave at fange og nedkæmpe fjendens pansrede krydsere, men fik under krigen opgaven at fungere som opklaringsenheder for slagskibene samt fungere som egentlige kampenheder.⁵

2 Den øverst ansvarlige officer i *Royal Navy* og den professionelle leder af Admiralitets-bestyrelsen.

3 Massie, *Dreadnought*, Vintage 2007 s. xiii – xvi; Nicholas Lambert, *Sir John Fisher's Naval Revolution* (Columbia, SC 2000), pp. 3-6.

4 Padfield, 1973 s. 239 og Marder, Arthur J.: *From the Dreadnought to Scapa Flow* bind I (Oxford 1961), p. 43

5 Padfield, Peter: *The Battleship Era* (London 1972), pp. 183-193.

Udviklingen i ildledning

HMS *Dreadnoughts* design var et produkt af de forudgående års udvikling indenfor ildledning og artilleriskydning i den britiske og amerikanske flåde. I slutningen af 1890'erne stod man i den situation, at der til det moderne og langtrækkende artilleri stadig anvendtes sigtemidler, som ikke væsentligt adskilte sig fra de sigter, der 30-40 år tidligere blev anvendt til primitive forladerkanoner. Der var derfor en væsentlig forskel på kanonernes egentlige rækkevidde og deres effektive skudafstand. Ved indførelsen af moderne sigtekikkerter til kanonerne omkring år 1900 skete der derfor en markant forøgelse af kanonernes effektive skudafstand. Men de længere skudafstande betød, at den enkelte kanonkommandør ikke længere kunne skelne sine egne granatnedslag fra andres, og derved ikke var i stand til at korrigere sit sigte, førend man opnåede træfning. Nødvendigheden af nøjagtigt at kunne korrigere ilden, indtil den ramte målet, gjorde, at ilden fra samtlige af skibets kanoner måtte kontrolleres af én person, en såkaldt ildleder.⁶

At fjerne kontrollen med skydningen fra den enkelte kanonkommandør og samle den hos én person blev begyndelsen til den moderne ildledning. Granatens ballistiske bane betød, at det ved skydning på store afstande var nødvendigt præcist at kende afstanden til fjenden i affyringsøjeblikket. Da de optiske afstandsmålere ikke var præcise nok (til at levere disse data), blev man nødt til at observere, hvor ens granater landede i forhold til målet, og så korrigere for afstanden, hvis man skød for kort eller for langt, i næste salve. Denne procedure blev kaldt at spotte. For at foretage spotting blev der udpeget en særlig Spotting Officer, der blev placeret højt oppe i formærset, hvor han havde det bedste udsyn, og hvorfra han sendte sine spottingkorrektioner til artilleriofficeren. Da kanoner med forskellige kalibre havde forskellige ballistiske egenskaber, var det væsentligt lettere at korrigere skibets ild ved hjælp af spotting af nedslagende, hvis alle kanoner i en salve var af samme kaliber. Valget af *Dreadnoughts* bevæbning, bestående udelukkende af tungt artilleri af samme kaliber, var derfor en konsekvens af de foregående års udvikling indenfor ildledning. At spotte en bredside fra *Dreadnought* var mere præcist end en bredside fra en pre-dreadnought, der bestod af granater fra kanoner med to til tre forskellige kalibre.⁷ *Dreadnoughts* revolutionerende bevæbning understregede således Fishers almene prioriteringen af vigtigheden af, at de britiske slagskibe kunne: "*Hit first, hit hard and keep on hitting*".⁸

6 Thiede, *Dansk søartilleri 1860-2004*, (København 2004), pp. 420, 426-428; Padfield, 1973, pp. 211-220.

7 Padfield, 1973, pp. 230-232, 239; Lautenschläger, "The Dreadnought Revolution Reconsidered", Masterson, Daniel (red.), *NAVAL HISTORY – The Sixth Symposium of the U.S. Naval Academy*, (Wilmington 1987), pp. 127-129.

8 Gordon, *The Rules of the Game*, (London 1996), pp. 351.

Grundlæggende begreber inden for artilleriskydning og ildledning til søs

Ved artilleriskydning til søs gør der sig et væsentligt forhold gældende, som ikke gælder ved artillerianvendelse på landjorden, nemlig at både målet og eget skib konstant bevæger sig. Dette gjorde udregning af en skudordre, dvs. indstillingen af skibets kanoner ved afgivelse af en enkelt salve, overordentligt mere vanskeligt end ved skydning på landjorden. For at kunne forstå de krav, der blev stillet til et ildledelsessystem, er det derfor nødvendigt at kende til det tunge artilleris opstilling og betjening samt de særlige forhold, der gjorde sig gældende ved skydning til søs. Jeg vil derfor nedenfor kort redegøre for det tunge artilleris betjening, samt for vigtige begreber indenfor ildledning til søs.

På alle britiske og tyske dreadnoughts var det tunge artilleri samlet parvis i pansrede kanontårne. I hvert tårn, med tilhørende magasiner, var der over 100 mand, der havde til opgave at transportere ammunition, sigte og affyre kanonerne. Disse var under ledelse af en tårnkommandør, der typisk var en yngre officer. Langt de fleste personer i kanontårnet havde til opgave at bringe granaterne og drivladningerne fra magasinerne i bunden af skibet op til kanonerne. Selve opgaven med at sigte og affyre kanonen beskæftigede kun en håndfuld personer. De vigtigste af disse var sideretteren, højderetteren og sight-setteren.

Sideretter

Var ansvarlig for at rette en kanon ind på den rette sideretning. I praksis betød det at dreje hele kanontårnet ind på den rigtige sideretning.

Højderetter

Var ansvarlig for at rette en kanon ind på den rette elevation. Han affyrede kanonen, når målet, som følge af skibets bevægelse i søen, passerede igennem hans sigte.

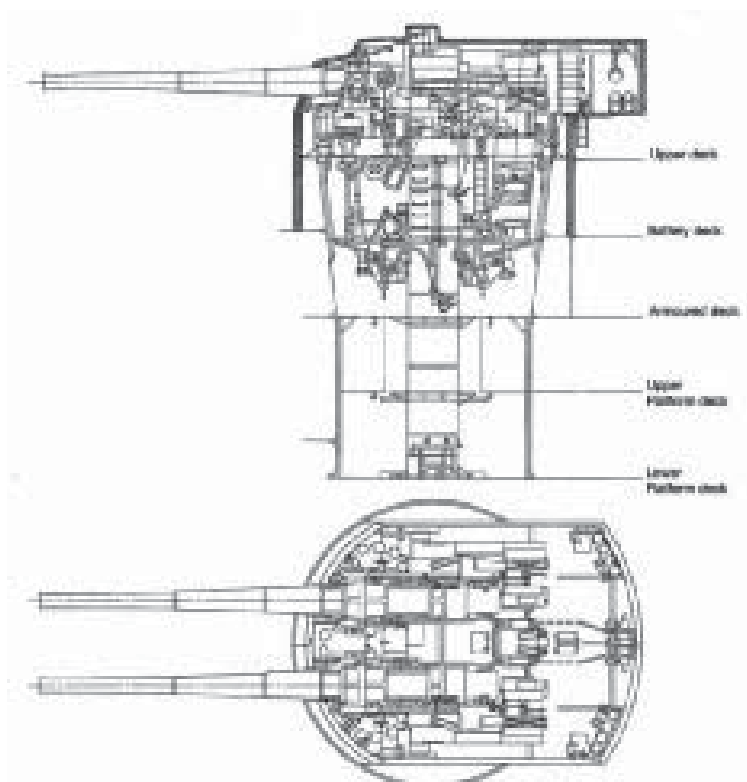
Sight-setter⁹

For hver sigtekikkert var der en sight-setter, der var ansvarlig for at indstille højde- og sideretterens sigtekikkert på henholdsvis den korrekte opsatsafstand, eller sideforandringsværdi.

Skønt Dreadnought-slagskibe i princippet ikke havde noget middeltungt artilleri, betød udviklingen inden for torpedovåbnet og konstruktionen af kraftigere torpedobåde, at senere byggede dreadnoughts efterhånden blev bygget med middeltungt artilleri samlet i kasematter langs skibssiderne for at beskytte skibene mod torpedobåde. Det lette artilleris rolle blev gradvist begrænset til enkelte antiluftskytskanoner ombord.

⁹ Det har ikke været muligt at finde et dansk ord for sight-setter.

Illustrationen viser to tyske 28cm SK L/50 kanoner opstillet i et kanontårn. Pladserne til bl.a. sideretter, højderetter og sight-setter kan ses i forreste del af tårnet. Desuden ses ammunitions-elevatoren, der bragte granater og drivladninger fra magasinerne op til kanonerne. (Staff, German Battlecruisers 1914-18, p. 13)



De vigtigste ildledelsesbegreber er som følger:

Middelafstand

Den gennemsnitlige geografiske afstand målt på baggrund af flere afstandsmålinger.

Speed-across¹⁰

Den hastighed, med hvilken et skib bevæger sig på tværs af sigtelinjen (langs horisonten), set fra ens eget skib.

Afstandsforandringsværdi

Den hastighed hvormed afstanden til fjenden ændrer sig. Måles i hundrede meter pr. minut. F.eks. betyder + 200, at afstanden vokser med 200 m i minuttet. Afstandsforandringsværdien er en funktion af egen kurs og hastighed samt fjendens kurs og hastighed. På engelsk kaldes dette *Rate of change of Range* eller forkortet bare *Range-Rate* eller *Rate*.

¹⁰ Her har der ligeledes ikke været muligt at finde et dansk ord.

Sideforandringsværdi

Ligesom en jæger skal sigte foran en flyvende and for at ramme den, skal en skibskanon rettes mod det punkt, hvor fjenden er, når granaten slår ned, og ikke hvor fjenden er, når kanonen affyres. Da granatens flyvetid på lange afstande kan være på over et halvt minut, er det nødvendigt at skyde foran fjenden. Men da det i praksis ville være umuligt at sigte på et tomt stykke hav, indregnes sideforandringsværdien i stedet som en korrektion på sideretterens sigtekikkert. Sideforandringsværdien er en funktion af speed-across og afstanden til fjenden. Hvis ens granater faldt til højre eller venstre for fjenden, set fra ens eget skib, betød det, at den benyttede sideforandringsværdi ikke var helt korrekt, og spottingofficeren måtte ved hjælp af spottingkorrektioner korrigere næste salve.

Opsatsafstand

Ligesom sideretningen til fjenden ændrer sig under granatens flyvetid, gør afstanden til fjenden det også (med mindre eget og fjendens skib sejler på parallelle kurser, med samme hastighed). Opsatsafstanden er den udregnede afstand til fjenden, når granaten når frem. Den indstilles på højderetterens sigtekikkert af en sight-setter. Opsatsafstanden er en funktion af middelfstanden, afstandsforandringsværdien, granatens flyvetid samt dagskorrektionen.¹¹ Hvis ens granater faldt for kort eller for langt, var enten middelfstanden eller afstandsforandringsværdien forkert, og man måtte via spottingkorrektioner korrigere næste salve.¹²

Når den korrekte afstands- og sideforandringsværdi var kendt, kunne fjendens og eget skib betragtes som værende ubevægelige. Granaternes nedslag kunne derfor nu observeres af spottingofficeren i formærset, der kunne dirigere salverne, indtil man ramte fjenden, nøjagtig som en artilleriobservatør ville gøre på landjorden. Det var derfor vigtigt, at ildledelsessystemet kontinuerligt kunne udregne afstands- og sideforandringsværdier ud fra observerede data, da det ellers var meget vanskeligt at bruge spottingkorrektionerne, da fjendens og eget skib ikke kunne betragtes som værende ubevægelige, hvis disse værdier ikke var kendt. Det skib, der hurtigst fandt de korrekte værdier, ville derfor alt andet lige først træffe modstanderen, og havde således en væsentlig fordel i artilleriduelen. Ildledelsessystemets hovedopgave var derfor kontinuerligt at udregne en afstands- og sideforandringsværdi og på den baggrund udregne en skudordre til kanonerne i form af en sideretningsværdi og en opsatsafstand.

11 Dagskorrektionen dækker over forhold som krudttemperatur, lufttæthed og slid på kanonrøret, der alle havde indflydelse på skydningen. På grund af pladmangel vil jeg typisk ikke i artiklen i detaljer beskrive, hvordan det enkelte ildledelsessystem inddrog dagskorrektionen i udregningen af en skudordre.

12 Brooks, pp. 19-23 og Thiede, pp. 488-490.

Den tyske flådes system

En undersøgelse af udviklingen af den tyske flådes ildledelsessystem vanskeliggøres af, at der ikke eksisterer nogen litteratur på området, og at arkivalier fra den afdeling i flåden, der var ansvarlig for udviklingen, ikke er overleveret. Dog kan arkivalier fra firmaet Siemens & Halske (i dag Siemens), der stod for udviklingen og konstruktionen af det tyske ildledelsessystem, fortælle en del om udviklingen af systemet.

Siemens & Halske var en af verdens førende producenter af elektriske apparater. Firmaet havde allerede fra før år 1900 beskæftiget sig med ildledning og havde også bl.a. udviklet flådens tidligere ildledelsessystem. Omkring år 1900 nåede udviklingsarbejdet for flåden et sådant omfang, at Siemens & Halske oprettede en underafdeling til at stå for udviklingen og testningen af bl.a. ildledelsesapparater til flåden. Denne afdeling fik navnet Abteilung-S (for Schiff), og denne blev op til krigsudbruddet udvidet med underafdelinger i flådens to største havnebyer, Kiel (1905) og Wilhelmshaven (1910). Abteilung-S var opdelt i en egentlig udviklingsafdeling og en konstruktionsafdeling, der var ansvarlig for at konstruere prototyper. Alene konstruktionsafdelingen havde i 1912 14 instrumentmagere og finmekanikere ansat under ledelse af en ingeniør. Den samlede leder af Abteilung-S og chefdesigneren af ildledelsessystemet var Dr. August Raps, en tidligere artilleriofficer i hæren, der havde en passioneret interesse for ildledning.¹³ Det er tydeligt, at flåden og Abteilung-S udviklede det tyske ildledelsessystem i tæt samarbejde med hinanden. En ledende medarbejder beskrev i 1940'erne deres indbyrdes forhold således:

“Die enge Verbindung und Zusammenarbeit mit den massgebenden Herren des RMA (Reichsmarineamt) und den Officieren der Front war immer unsere Stärke und befruchtete unsere Entwicklungsarbeiten... Die Vertreter der Behörde gaben uns ihre militärischen Forderungen kund und wir trachteten nach technischer Erfüllung”¹⁴

Dette viser at både de teknisk ansvarlige officerer i RMA og de operativt ansvarlige officerer var involveret i udviklingen af det tyske ildledelsessystem. Den tekniske udvikling af ildledelsessystemet understøttede således udviklingen i taktiske doktriner.

Samtidigt skete udviklingen af ildledelsessystemet med udgangspunkt i nog-

13 35-44 Lc. 117, Albert Blattmann, *Zur Entwicklung der Siemens Apparate und Maschinen GmbH (SAM) und ihrer Vorgeschichte 1894-1945* i Siemens Arkiv, pp. 5, 14-17 og appendix Bild 25 samt 9670 *Feuerleit- und Kommandoanlagen* i Siemens Arkiv; Franke, *August Raps. Dr. phil. Dr.-Ing. n. G., Professor, Direktor der Siemens & Halske A.-G. geb. 23. Jan. 1865, gest. 20. Apr. 1920*, (Berlin 1921), pp. 3-7.

14 *Unterlagen für die Jubiläumsschrift* i 9671 *Feuerleitanlagen* i Siemens Arkiv. *Reichsmarineamt* var den administrative del af flåden.

le kapacitetskrav udformet af flåden, som Abteilung-S igennem det tekniske udviklingsarbejde forsøgte at opfylde. Der var altså i udviklingsarbejdet et tæt samarbejde imellem producent og slutbruger, hvor flåden havde en meget stor indflydelse på, hvilke kapaciteter det færdige ildledelsessystem besad. Dette understøttes af, at Dr. Raps personligt kendte de fleste artilleriofficerer ombord på slagskibene og ofte besøgte dem for at diskutere ildledelsesanliggender med dem i et forsøg på at indarbejde deres input i det færdige system.¹⁵

Afstandsmåling i den tyske flåde

Da afstandsmåling danner grundlaget for ildledelsen, er det naturligt at begynde den tekniske beskrivelse af det tyske ildledelsessystem med at diskutere afstandsmåling og afstandsmålere i den tyske flåde.

Omkring 1905 viste erfaringer fra den Russisk-japanske krig, at de uventede lange skudafstande nødvendiggjorde anskaffelsen af nye afstandsmålere. Efter først at have testet en afstandsmåler fra det britiske firma Barr & Stroud, besluttede flåden at udvikle sin egen stereoskopiske afstandsmåler i samarbejde med det tyske firma Carl Zeiss.¹⁶

Princippet bag alle optiske afstandsmålere er trigonometri, dvs. forholdet imellem vinkler og sider i trekanter. En optisk afstandsmåler består af et lukket rør, der ved hver ende har anbragt et vinkelspejl og et objektiv. Afstanden imellem disse vinkelspejle benævnes basislængden. Jo længere en basislængde en afstandsmåler har, jo mere præcist kan den måle afstande, da en længere basislængde tillader en mere præcis indstilling af vinkelspejlene.

En stereoskopisk afstandsmåler udnytter øjets evne til at se rumligt.¹⁷ Den bestod af to sammenbyggede, men i øvrigt af hinanden uafhængige kikkerte. Afstandsmålerens basislængde gav operatøren en stærkt forøget øjeafstand og dermed en væsentligt forbedret evne til at se rumligt på store afstande. I okularet så operatøren et målemærke, hvis opfattede afstand han kunne ændre ved at dreje på en afstandstromle på siden af afstandsmåleren. Hans opgave var så at flytte afstandsmærket, indtil det så ud, som om det befandt sig direkte over målet. Når det skete, stod det bevægelige vinkelspejl i den korrekte vinkel, og afstanden til målet kunne aflæses.¹⁸

Fordelen ved det stereoskopiske princip, i forhold til det koincidente (se under Ildledning i den britiske Royal Navy), var, at det muliggjorde at måle afstande til dårligt definerede mål, som f.eks. et skib, der var delvist skjult af tåge eller krudt-

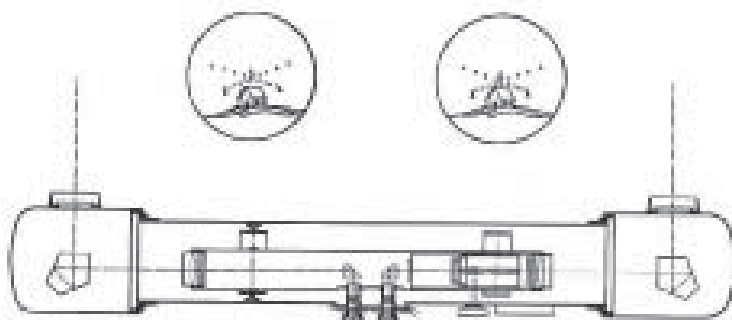
15 Ibid. og 9667 *Geschichte Feuerleitanlagen* i Siemens Arkiv samt TNA. ADM 186/243, *Reports on Interned German Vessels: Part V Gunnery Material*, p. 2.

16 BAMA. *Entwicklung unserer Marineartillerie 1911-12, F. Besondere Einrichtungen*, p. 117; RMD 4/483, Admiral a.D. Jacobsen, *Entwicklung der Schiesskunst in der Kaiserlich Deutschen Marine*, Geheime Dienstvorschrift (Berlin 1928), p. 165; Korvettenkapitän Bode, "Vom Entfernungsmessen zur See", *Marine-Rundschau* 1923, p. 362.

17 Det andet princip kaldes koincidens. Se mere i afsnittet om britisk afstandsmåling.

18 Thiede, p. 426; König, *Die Fernrohre und Entfernungsmesser*, (Berlin 1937), pp. 184- 186.

Principskitse af en stereoskopisk afstandsmåler (Thiede p. 425)



røg. Forhold der kunne forventes ofte at gøre sig gældende i kamp. Det var også muligt at måle afstande til f.eks. skorstensrøg, hvis selve fjendens skib var skjult pga. dårligt sigte. Derudover var afstandsmålingen ikke nævneværdigt påvirket af vibrationer i skibet, som især gjorde sig gældende ved høje hastigheder, og de kunne ydermere anvendes om natten. En ulempe ved det stereoskopiske princip, og som skabte stor bekymring under forsøgsarbejdet inden indførelsen af de stereoskopiske afstandsmålere, var, at de krævede operatører med nærmest perfekt stereoskopisk syn, det vil sige nøjagtig samme synsstyrke på begge øjne. Denne bekymring viste sig dog at være ubegrundet, da man aldrig havde svært ved at finde brugbare operatører.¹⁹

Da nøjagtigheden af en optisk afstandsmåler på lange afstande i høj grad afhænger af basislængden, var det ønskeligt, at afstandsmålerne var så lange, som det var praktisk muligt. Man besluttede at anskaffe afstandsmålere med en basislængde på 3 meter til det tunge artilleri og 1,5 meter til det middeltunge artilleri. Disse blev betjent af to mand, en til at betjene selve afstandsmåleren, og en til at sende de målte afstande til ildledelsescentralen via et elektronisk afsenderapparat. Afstandsmåler og afsenderapparat blev tilsammen benævnt Basis-Gerät (B.G.) og blev indfaset fra 1908. Til det tunge artilleri var der opstillet en B.G. i både ildledelsescentralen og reserve-ildledelsescentralen samt en B.G. i næsten alle kanontårne. Hvilket vil sige, at der i alt var imellem seks og otte B.G. pr. skib. Desuden var der opstillet en B.G. på henholdsvis styrbords- og bagbords side til det middeltunge artilleri.

Det var vanskeligt at lære at bruge en stereoskopisk afstandsmåler. Der blev afholdt fire afstandsmålerkurser om året, hver af to måneders varighed, på artilleriskolen i Sønderborg, der på det tidspunkt var en del af Tyskland. Første del af kurset bestod af en synstest, hvor 30-40 % af deltagerne blev sorteret fra, pga. manglende stereoskopisk syn. Herefter fulgte undervisning i at bruge det stereoskopiske syn ved at træne med forskellige øvelsesinstrumenter. De resterende ca.

19 **BAMA.** RMD 4/483 p. 167; **TNA.** ADM 137/3886 Naval Staff Intelligence Department, *German Gunnery Information Derived from the Interrogation of Prisoners of War*, pp. 22-23; ADM 186/383 Admiralty, *German Navy, Part IV Section 4, Target Practice, Rangefinders and Control of Fire*, July 1917, p. 16.



Basis-Gerät opstillet i ildledelsescentralen ombord på slagkrydseren *Goeben*. Operatøren af afstandsmåleren stod hvor officeren står på billedet, og meldte afstandsværdierne til hjælperen der, ved hjælp af håndtaget, indstillede de målte værdier på afsenderen nederst i billedet. (35-44 Lc. 117 Bild: 23)

6 uger af kurset blev brugt til at måle afstande med afstandsmålere. Kun elever, der opnåede en høj grad af nøjagtighed i deres målinger, fik lov til at bestå kurset. Efter endt uddannelse fortsatte træningen ombord på skibene, hvor der blandt andet gennemførtes flere øvelser hvert år med betydelige pengepræmier til den bedste afstandsmåler på hvert skib.²⁰

Det er tydeligt at vanskelighederne forbundet med at betjene en stereoskopisk afstandsmåler tvang flåden til at prioritere udvælgelsen og uddannelsen af egnede afstandsmålere. Dette fokus på afstandsmålerne, samt indførelsen af en speciel rang af Entfernungs-messer, medførte, at der var prestige forbundet med funktionen, hvilket førte til et generelt højnet niveau blandt afstandsmålerne i flåden.

Det havde i den tyske flåde høj prioritet at kunne finde den korrekte ildåbningsafstand, det vil sige den faktiske afstand til fjenden, når første salve blev affyret.²¹ Jo mere præcist man kunne måle ildåbningsafstanden med afstandsmålerne, des færre korrektioner krævedes der, inden man havde skudt sig ind på fjenden. Metoden, man valgte for at forbedre nøjagtigheden af afstandsmålingerne, var at benytte flere afstandsmålere til at måle afstanden til det samme mål, for derefter at tage gennemsnittet af disse målinger. Dette forbedrede væsentligt

20 ADM 186/383 p. 20; ADM 137/3886 p. 24.

21 RMD 4/483, pp. 277-279.

nøjagtigheden i forhold til kun at måle afstanden med én afstandsmåler. Det matematiske grundlag for at anvende flere afstandsmålere mod det samme mål er følgende:

Inden for statistik opereres med et begreb der hedder 95%-sikkerhedsinterval. Inden for det interval kan vi med 95 % sikkerhed sige at den sande værdi ligger.²² Da de fleste tyske skibe havde syv afstandsmålere ombord til det tunge artilleri, var et gennemsnit af en afstandsmåling fra samtlige afstandsmålere altså $\sqrt{7} = 2,65$ gange mere præcist end målingen fra en enkelt afstandsmåler.

Det gav altså en markant mere præcis ildåbningsafstand at anvende flere afstandsmålere til at måle afstanden, for derefter at tage gennemsnittet af deres målinger. Udfordringen bestod i, hvordan man omsatte denne viden til praksis. Omkring 1911 begyndte flåden udviklingen af et apparat, der elektronisk kunne modtage afstandsmålinger fra samtlige afstandsmålere ombord og automatisk udregne middelværdien. Dette apparat fik betegnelsen B.G. Mittler. Det fungerede på den måde, at de målte afstandsværdier blev sendt fra de forskellige B.G. på skibet til B.G. Mittleren, der stod i ildledelsescentralen. Selve apparatet bestod af et antal måleskiver, en for hver B.G. ombord, hvor hver enkelt afstandsmålers seneste måling blev vist, og en måleskive, hvor den udregnede middelfafstands-værdi blev vist. Befalingsmanden, der betjente apparatet, kunne overvåge de enkelte afstandsmålinger, og hvis en afstandsmåler målte væsentligt anderledes end de andre, kunne han frakoble den således, at en fejlmåling ikke fik indflydelse på udregningen af gennemsnitsværdien. Ønskede artilleriofficeren (A.O.) at beskyde to mål samtidigt, var der en reserve B.G. Mittler ombord, hvor nogle af skibets B.G. kunne tilkobles, og således kunne man udregne middelfafstanden til

22 I dette tilfælde er den sande værdi den sande afstand til målet. 95 % -sikkerhedsinterval udregnes på følgende måde: $\text{Gennemsnit} \pm \frac{1,96 \times \text{sd}}{\sqrt{n}}$

Gennemsnit er gennemsnittet af afstandsmålingerne, sd = standardafvigelsen og n = antallet af afstandsmålinger

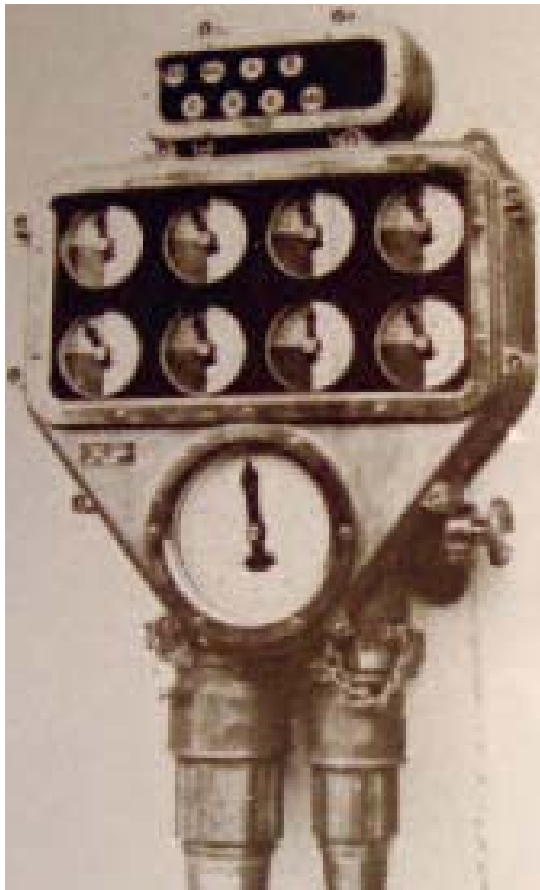
Præcisionen i målingerne kan udtrykkes som 1 delt med bredden af sikkerhedsintervallet ($2 * 1,96 * \text{sd}$), da jo smallere sikkerhedsinterval, des sikrere et estimat og derfor nu større præcision.

Opstillet i en ligning ser det således ud:

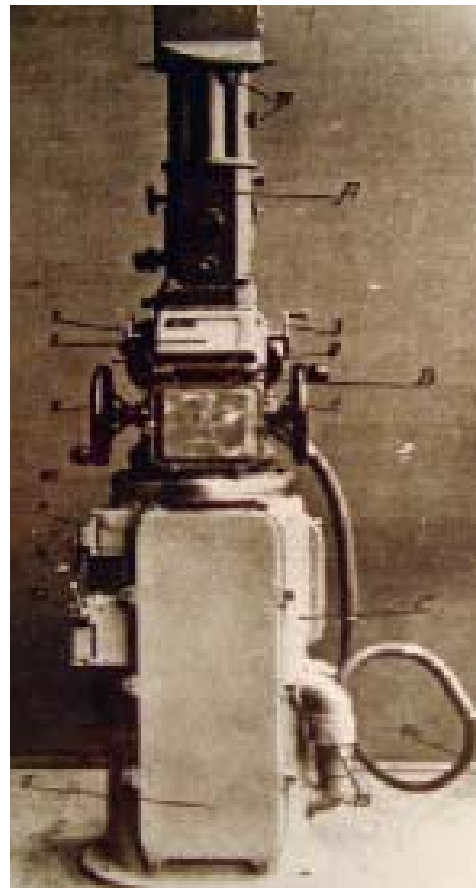
$$\text{Præcision} = \frac{1}{2 * 1,96 * \text{sd}} \times \sqrt{n}$$

Da standardafvigelsen er konstant, er den eneste variabel i ligningen n, antallet af målinger. Derfor kan man udlede af ligningen, at præcisionen stiger som funktion af kvadratroden af antallet af afstandsmålinger.

Formlen for 95%-sikkerhedsinterval er fra Kirkwood og Sterne, *Essential Medical Statistics*, (Oxford 2003), p. 51.



Billede af en BG-Mittler. De små visere viste afstandsværdien fra en enkelt afstandsmåler, mens den store viser viste den automatisk udregnede middelf afstand. (35-44 Lc. 117 Bild: 12)



Richtungsweiser. (35-44 Lc. 117 Bild: 18)

to forskellige mål.²³ Ved Jyllandslaget havde samtlige tyske skibe en B.G. Mittler ombord.²⁴

Afstandsmålingen i den tyske flåde kan karakteriseres som et automatiseret system, der via B.G. Mittleren integrerede samtlige af skibets afstandsmålere ind i det samlede ildledelsessystem. Udnyttelsen af data fra alle afstandsmålere ombord betød, at den kunne udregne gennemsnitlige afstandsværdier der var væsentligt mere nøjagtige, end hvad der havde været muligt at måle med en enkelt afstandsmåler. Den for den tid høje grad af automatisering betød også, at systemet kun krævede et minimum af manuel betjening, hvilket nedsatte risikoen for betjeningsfejl og øgede hastigheden, hvormed systemet kunne levere afstandsværdier.

²³ I den tyske flåde benævntes den officer, der var ansvarlig for ildledelsen, artilleriofficeren, forkortet A.O.

²⁴ BAMA. *Entwicklung unserer Marineartillerie 1913-1920, G. Besondere Einrichtungen*, pp. 21-25.

Den tyske flådes ildledelsessystem

I dette afsnit beskrives det tyske ildledelsessystem. Jeg vil først beskrive de enkelte komponenter af systemet for derefter at redegøre for, hvordan det samlede system fungerede.

Richtungsweiser (R.W.)

De længere kampafstande, som havde gjort sig gældende under den Russisk-japanske krig, og den nye trussel fra torpedobåde betød, at det var af afgørende betydning at sikre, at artilleriofficeren havde den fulde kontrol over skibets artilleri. Dette tillod, at han kunne sikre, at alle kanoner skød mod det samme mål, og at han effektivt kunne opdele skibets ild, således at skibet kunne opretholde ilden mod fjendens slagskibe på lang afstand, samtidigt med at man beskød angribende torpedobåde.²⁵ For at opfylde dette behov begyndte man i 1910 konstruktionen af et R.W. anlæg, der kort sagt var en slags sideretnings-indikator. Den fungerede på den måde, at så længe et periskop blev holdt på målet, kunne samtlige kanoner der var koblet til apparatet finde målet, ved at dreje over på samme sideretning som R.W. anlægget. Man risikerede derfor ikke, at f.eks. et enkelt kanontårn skød på det forkerte skib i en fjendtlig formation.

I 1912 blev en prototype indbygget i panserkrydseren *Blücher*, der fungerede som forsøgsskib for marineartilleriet. Forsøget viste sig succesfuldt, og firmaet Siemens & Halske modtog en ordre på 200 anlæg. Udbruddet af krigen forsinkede i nogen grad installationen af anlæggene.²⁶ Ved Jyllandsslaget havde størstedelen af flåden dog fået indbygget R.W. anlæg. Kun to skibe af *Nassau*-klassen, SMS *Rheinland* og SMS *Westfalen*, manglede stadig at få anlægget ombord, mens SMS *Ostfriesland* kun havde R.W. anlæg til sit tunge artilleri, men manglede at få det til det middeltunge artilleri.²⁷

Anlægget bestod af en nedre del, der var boltet fast i dækket, og en øvre del i form af et periskop, der stak op igennem taget, og som kunne drejes ved hjælp af et håndsving. AO kunne ved hjælp af en kraftig kikkert, der var indbygget i periskopet, finde det befalede mål og observere granatnedslagene. En befalingsmand, der kiggede igennem en anden kikkert på periskopet, var ansvarlig for at holde R.W. på målet, hvilket aflastede A.O. således, at han kunne koncentrere sig om at observere nedslagene og lede skibets ild. Så længe R.W. blev holdt på målet, var sideretningen til målet altså kendt. Denne værdi blev så overført til kanonerne via en følgeviser, og man sikrede dermed, at kanonerne beskød det rigtige mål.

Da følgeviser var en udbredt teknik til mekanisk at overføre værdier fra ildledelsescentralen til kanontårnene i både den tyske og engelske flåde, vil det være nødvendigt kort beskrive denne teknik. Det var teknisk ikke muligt at lave et

25 Schmalenbach, *Die Geschichte der deutschen Schiffsartillerie*, (Herford 1968), p. 85.

26 Koop/SchMoltke, *Die leichte kreuzer der Königsberg-klasse* (Leipzig og Nürnberg 1994), p. 28.

27 BAMA. *Gefechtsberichte* (Gb) fra SMS *Ostfriesland*, SMS *Rheinland*, og SMS *Westfalen* i RM 8/878.

system der tillod f.eks. kanontårnenes sideretning at blive styret direkte fra ildledelsescentralen. I stedet indsatte man et manuelt led imellem ildledelsescentralen og den direkte styring af, i dette tilfælde, kanontårnets sideretning. Sideretningsværdien blev sendt elektronisk fra R.W. i ildledelsescentralen til en viser i det enkelte kanontårn, hvor sideretteren sad. Foran sig havde han en måleskive med to visere. En normal viser, der sad i centrum af skiven, og en følgeviser, der kørte rundt på ydersiden af skiven. Den centrale viser angav den sideretningsværdi, der elektronisk blev sendt fra R.W. Den ydre følgeviser blev styret ved, at sideretteren drejede kanontårnet. Det var således sideretterens opgave konstant at sørge for, at den centrale viser og følgeviseren fulgtes ad og viste samme værdi. Således sikrede man, at R.W. og kanontårn hele tiden havde samme sideretning.²⁸

Inden sideretningsværdien blev sendt fra R.W. til kanonerne, skulle værdien først korrigeres for sideforskydning og parallakse. Sideforskydningen, der blev fundet via EU/SV-Anzeiger, blev indstillet i R.W. og blev herefter automatisk lagt til sideretningsværdien. Det var lidt mere kompliceret at korrigere for parallakse. Parallakse er det fænomen, at sigtelinjen til et mål ændrer sig afhængigt af den vinkel, man ser målet fra. Ombord på de største slagkrydsere var der op til 110 m afstand imellem forreste og bagerste kanontårn. Det var derfor nødvendigt at korrigere sideretningsværdien, der blev sendt til det enkelte tårn, for at sikre en konvergerende skydning. I praksis fungerede det på den måde, at afstanden til målet blev indstillet på R.W., og så korrigerede den automatisk den sideretningsværdi, der blev sendt til det enkelte tårn.²⁹

I et fuldt udrustet slagskib var der i alt fire R.W. i forreste ildledelsescentral, to i bagbords side og to i styrbords side, for at sikre 360° dækning. En R.W. på hver side var tiltænkt det tunge artilleri, og en var tiltænkt det middeltunge artilleri.³⁰ Dette betød, at A.O. kunne dele skibets ild op, således at flere mål kunne beskydes samtidigt. Udover R.W. anlæggene i forreste ildledelsescentral var der også opstillet R.W. anlæg i reserveildledercentralen.

Afstandsmålerne ombord var også koblet til R.W. systemet. For afstandsmålerne var det nødvendigt at kompensere for sideforskydningen, der automatisk blev lagt til sideretningsværdien. Hver afstandsmåler havde derfor en modtager, hvor den aktuelle sideforskydning blev oplyst, således at mandskabet ved afstandsmåleren kunne kompensere for den.³¹ Dette var nødvendigt, da de skulle bruge målets aktuelle position for at kunne måle afstanden og ikke den forventede position, når granaterne slog ned.

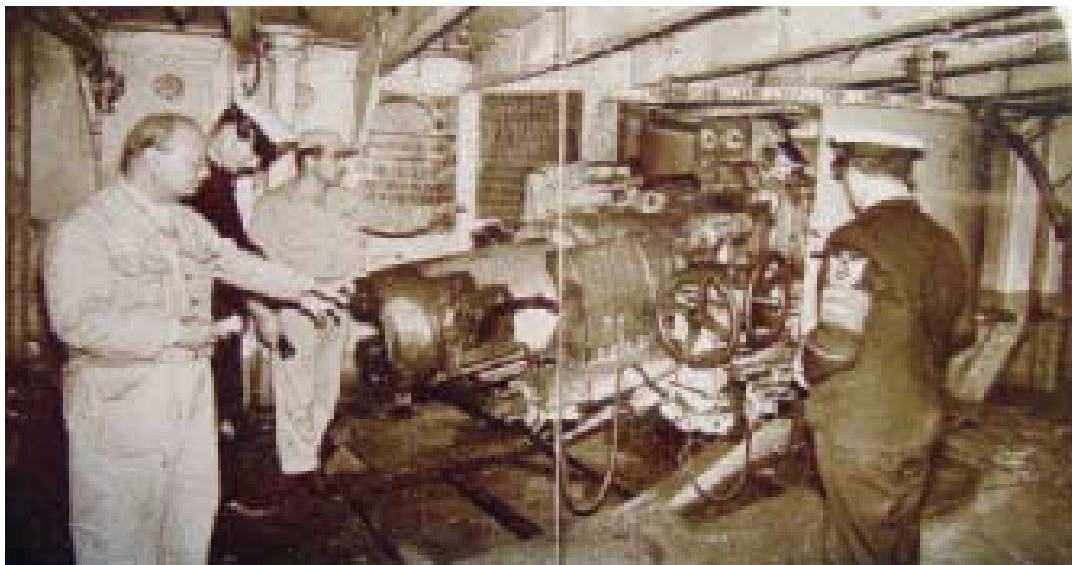
Da R.W. ikke var god til at observere med i mørke, blev der til kamp om natten ofte anvendt en simplere version af R.W. kaldte en R.W. Zielsäule (sigtesøjle). Den var opstillet på broen eller på særlige natkampsplatforme og gav bedre observa-

28 *Entwicklung 1913-1920, G.*, p. 19.

29 *Ibid.*, pp. 6 og 14-18.

30 *Ibid.*, p. 6; **BAMA**. RM 3 118513, Vorderer Artillerieleistand: Schnitte.

31 *Entwicklung 1913-1920, G.* p. 10.



Billedet viser en middeltung kanon ombord på SMS *Goeben*. Modtagerne, der viste den befalede opsatsafstand og sideretningen, kan ses ved siden af officeren til højre. (35-44 Lc. 117 Bild: 24)

tionsmuligheder i mørke. De fleste tyske slagskibe havde otte store projektører ombord, der blev brugt til at belyse fjendens skibe om natten. Disse projektører var tilkoblet både R.W. og Zielsäulen, således at de kunne få udpeget det mål, der skulle belyses.³²

Entfernungsuhr (E-Uhr)

Afstandsuret var et urværk, der kontinuerligt viste den aktuelle afstand til fjenden. Det virkede på den måde, at en begyndelsesafstand til fjenden samt en afstandsforandringsværdi, der var blevet fundet ved hjælp af EU/SV-Anzeiger, blev indstillet på uret, og det blev herefter sat i gang. Urets vandring ville så konstant vise den rigtige afstand til fjenden, så længe afstandsforandringen ikke ændrede sig. Skete det, måtte uret stoppes og en ny afstandsforandringsværdi indstilles, hvorefter uret igen kunne startes.³³

Aufsatz-Telegrafenanlage (Aufs.-T)

Dette apparat havde til formål at sikre, at sight-setteren kontinuerligt holdt højderetterens sigtemiddel på den korrekte opsatsafstand, og at kanonen dermed havde den rette højderetning. Udviklingen af dette apparat begyndte omkring 1910, og i 1912 blev de første anlæg afprøvet tilfredsstillende. I foråret 1913 fik firmaet Siemens & Halske ordre på at udruste hele flåden med Aufs.-T.³⁴

32 Ibid. pp. 10 og 12.

33 Schmalenbach, p. 91; *Entwicklung 1913-1920 G.*, p. 58.

34 Koop/Schmolke, 1994, p. 27.

Anlægget bestod af to dele, en afsender og en modtager. Afsenderen befandt sig i ildledelsescentralen og bestod af en telegraf med et tilkøbet afstandsurs. På afsenderen blev afstanden til målet rettet for dagskorrektionen samt afstandsforandringen indstillet. Afsenderen omregnede automatisk den indstillede afstand, der konstant ændrede sig pga. det indbyggede afstandsurs, til den til afstanden svarende opsatsafstand. Denne værdi blev så via følgeviser sendt til modtageren, der sad på siden af hver kanon. Denne modtager bestod af en måleskive, der viste opsatsafstandsværdien, som blev sendt fra afsenderen, og et håndtag, der både styrede følgeviserne på måleskiven og højderetterens sigtemiddel. Sight-setteren skulle så blot sørge for konstant at holde sin følgeviser i overensstemmelse med viseren på måleskiven, og således overførte han opsatsafstandsværdien fra afsenderen til højderetterens sigtemiddel. På denne måde blev højderetterens sigtemiddel hele tiden holdt på den korrekte opsatsafstand.³⁵

EU-Anzeiger

EU-Anzeiger var en mekanisk analog computer, der repræsenterede en geometrisk fremstilling af to skibes bevægelser i forhold til hinanden. Ved mekanisk at indstille værdierne for ens eget skibs hastighed og kompasretning samt den estimerede hastighed, kurs og kompasretning for fjendens skib, kunne man aflæse afstandsforandringen til fjenden. Afstandsforandringen var afgørende for løbende at kunne udregne skuddata til artilleriet. Den var et mekanisk hjælpemiddel, der aflastede A.O., idet han nu ikke længere behøvede at udregne afstandsforandringen ved hjælp af formler og tabeller.

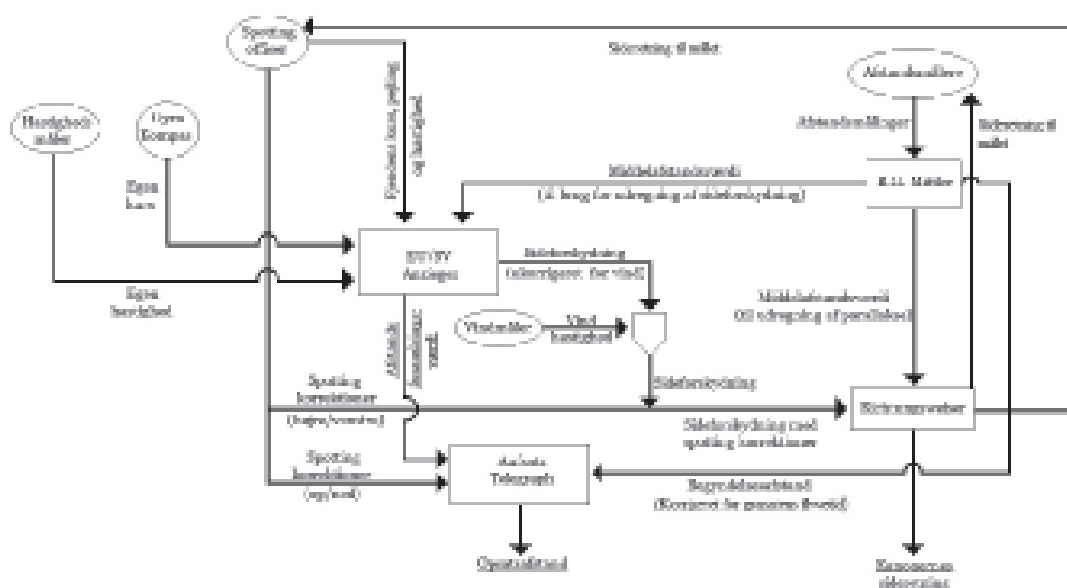
EU-Anzeiger blev indført i 1908, men blev senere opgraderet til en EU/SV-Anzeiger, der både kunne udregne afstandsforandringen og en korrigeret sideforskydningsværdi. Ved mekanisk at indregne de for skydningen betydende værdier kunne sideforskydningsværdien aflæses, i stedet for at skulle udregnes, hvilket nedsatte risikoen for fejludregninger. Den eneste faktor, der ikke mekanisk blev indregnet, var vind. Den skulle A.O. selv lægge til, før han havde en korrigeret sideforskydningsværdi.³⁶

Dette var hovedkomponenterne i det tyske ildledelsessystem. Nedenstående flowdiagram viser, hvordan de forskellige komponenter i systemet arbejdede sammen for at udregne afstandsforandringsværdien, opsatsafstanden og kanonernes sideretning.

Artilleriofficeren bragte Richtungsweiseren på det befalede mål, hvilket sendte målets sideretning til afstandsmålerne og spottingofficeren. Afstandsmålerne begyndte at måle afstande til målet, der via B.G. Mittleren blev omregnet til en middelf afstand. Samtidigt havde spotting officeren sendt målets kurs, pejling og hastighed til EU/SV-Anzeigeren, der udregnede en sideforskydningsværdi, der

35 *Entwicklung 1911-12, F*, pp. 128-129.

36 Schmalenbach, p. 90; *Entwicklung 1913-1920, G*., p. 58; Von Hass, *Kiel and Jutland* (London 1921), p. 133.



Flowdiagrammet viser, hvordan de forskellige komponenter i det tyske ildledelsessystem interagerede med hinanden.

blev sendt til Richtungsweiseren, og en afstandsforandringsværdi, der blev sendt til Aufsatz-Telegraphen. Dette apparat kunne nu levere en opsatsafstand, der blev indstillet på højderetternes sigtemiddel, mens Richtungsweiseren leverede en korrigeret sideretningsværdi til sideretterne. Når skydningen begyndte, blev spottingofficerens korrektioner indstillet på henholdsvis Aufsatz-Telegraphen og Richtungsweiseren.

Den britiske flådes system

Udviklingen af 1. Verdenskrigs britiske ildledelsessystem begyndte i 1906, da flåden blev kontaktet af en britisk advokat og opfinder ved navn Arthur Pollen. Han hævdede at have udviklet et ildledelsessystem, der løste problemet med at ramme et fjendtligt skib på lange afstande, mens eget og fjendens skib manøvrerede. Dette var en markant forbedring i forhold til eksisterende systemer. Flådechefen, First Sea Lord, admiral Fisher var meget imponeret og lovede Pollen 100.000 pund og en høj stykpris per enhed, hvis hans system viste sig i stand til at levere, hvad han lovede. Men flåden var kun klar til at betale for udviklingen af en prototype og ville ikke forpligtige sig til et egentligt udviklings- og testprogram. Samtidigt forbeholdt flåden sig retten til helt at droppe Pollens system, hvis et alternativ viste sig bedre egnet.³⁷

³⁷ Sumida, "British Capital Ship Design and Fire Control in the Dreadnought Era: Sir John Fisher, Arthur Hungerford Pollen, and the Battle Cruisers", *The Journal of Modern History*, Vol. 51, No 2 (Juni 1979), pp. 212-217.

På baggrund af disse afgivne løfter begyndte Pollen udviklingen af en prototype. Desværre viste der sig at være betydelige tekniske vanskeligheder forbundet med udviklingen af en fungerende prototype, hvilket drev stykprisen op.

Dødsstødet for Pollens ildledelsessystem blev, da en af flådens egne officerer meddelte, at han kunne levere et billigere ildledelsessystem, som han påstod besad samme kapacitet som Pollens system. Navnet på denne officer var Frederick Dreyer. Hans tjenestespeciale var søartilleri, og han havde et ry som en af flådens bedste artilleriekspertter. I 1907 blev han udnævnt til assistent for Director of Naval Ordnance og blev derved bl.a. ansvarlig for ildledning i flåden. Han kendte således også til de tekniske detaljer i Pollens ildledelsessystem, og dele af Dreyers ildledelsessystem viste sig senere at være direkte plagieret fra Pollens system.³⁸ Pollens situation blev ydermere vanskeliggjort af, at kommandør Bacon i 1907 overtog posten som Director of Naval Ordnance og dermed det overordnede ansvar for ildledning i flåden. Bacon forventede, at et kommende slag mod tyskerne pga. de generelt dårlige observationsvilkår i Nordsøen ikke ville blive udkæmpet på lange afstande, og at Pollens ildledelsessystem derfor ikke var nødvendigt.³⁹

Konfronteret med et politisk krav om at nedbringe flådeomkostningerne forsøgte Bacon at fabrikere en undskyldning for at droppe Pollens dyre ildledelsessystem. Han arrangerede derfor hen over vinteren 1907-08 en test af Pollens system, der ikke overraskende fandt flere tekniske problemer med systemet,⁴⁰ og på denne baggrund valgte Bacon at anbefale indførelsen af Dreyers system på bekostning af Pollens.⁴¹ På denne måde undgik flåden at betale de 100.000 pund, som admiral Fisher i 1906 havde lovet Pollen, hvis flåden havde indført hans system.

Dreyers ildledelsessystem, der på dette tidspunkt stadig kun var på designstadiet, blev over de kommende år udviklet af Dreyer uden nævneværdig økonomisk støtte fra flåden. Den første serieproducerede version, der fik navnet Dreyer ildlederbord, blev indført i flåden i 1912.⁴²

Afstandsmåling i den britiske flåde

Hvor den tyske flåde anvendte stereoskopiske afstandsmålere, valgte den britiske flåde en afstandsmåler der fungerede ud fra det koincidens princip. Ligesom en stereoskopisk afstandsmåler, så bestod en koincidens-afstandsmåler af et lukket rør, hvori optikken var anbragt, og to vinkelspejle, et i hver sin ende af røret. Midt i røret sad et centralprisme, der opdelte det billede, operatøren så i okularet, i et

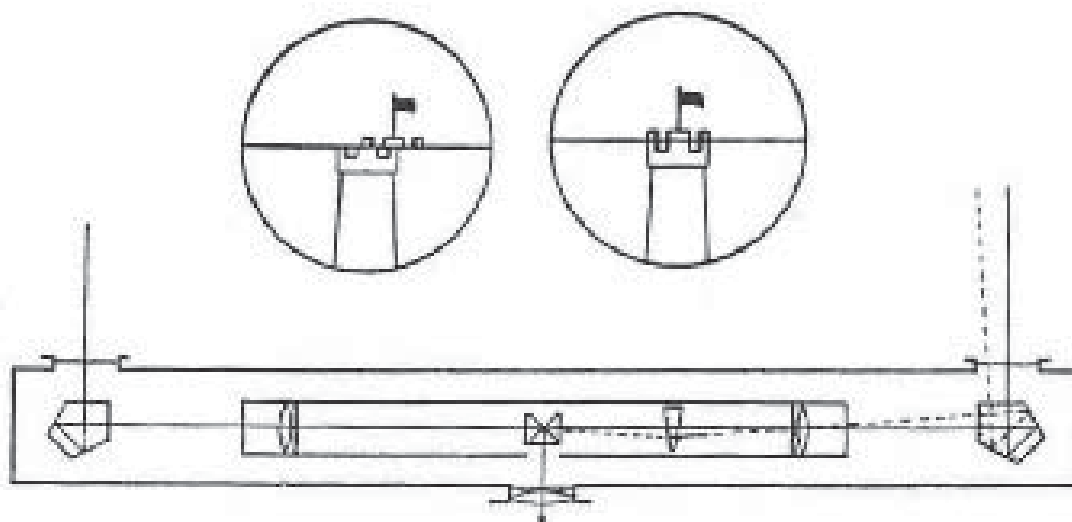
38 Brooks, 2005, pp. 139-144; Pollen, *The Great Gunnery Scandal: The Mystery of Jutland*, (London 1980), p. 145.

39 Sumida, 1979, p. 218.

40 Det var ikke overraskende at man fandt flere tekniske problemer ved Pollens system, da det var Dreyer selv, der som Bacons assistent var ansvarlig for at afholde testen. Brooks, 2005, p. 139.

41 Sumida, 1979, pp. 218-219. Pollens arbejde med ildledning fortsatte frem til 1912, og han leverede også enkeltdele af sit system til flåden imellem 1908-1912. En indførelse af hans samlede ildledelsessystem kom aldrig på tale efter testen i vinteren 1908. Sumida, 1979, pp. 219-225.

42 Brooks, 2005, pp 144-164.



Principskitse af en koincidens-afstandsmåler (Thiede p. 425)

overbillede og et underbillede ved kun at vise den øverste del af det ene vinkelspejls billede og den underste del af det andet vinkelspejls billede. Operatøren så således to billeder af den genstand, han målte til, overskåret af en vandret skillelinje. Der ville imellem de to lysstråler, der kom ind til centralprismet via de to vinkelspejle, være en parallaksevinkel, som var en funktion af afstanden. Ved at bevæge centralprismet kunne operatøren bringe de to billeder i overensstemmelse med hinanden. Når det skete, var parallaksevinklen kendt, og den til vinklen passende afstand kunne aflæses.⁴³

Den britiske flåde indførte koincidens afstandsmålere fra firmaet Barr & Stroud i 1906. De havde en basislængde på 2,74 meter (svarende til 9 feet).⁴⁴ Dette var standardafstandsmåleren i flåden indtil 1912, hvor konstruktionen af en ny klasse af slagskibe kaldet *Queen Elizabeth*-klassen begyndte. De fem skibe i klassen blev som de første bevæbnet med kanoner med en kaliber på 15 tommer, med en længere rækkevidde end de tidligere anvendte kanoner. På grund af denne forøgede rækkevidde blev det besluttet at disse fem skibe skulle udrustes med afstandsmålere med en basislængde på 4,6 meter (15 feet).⁴⁵

Fordelen ved at anvende afstandsmålere, der fungerede ved hjælp af det koicidente princip, var, at det ikke krævede et perfekt stereoskopisk syn at betjene dem. Til gengæld krævede det en lodret klart defineret genstand, som en mast eller skorsten, at afstandsmåle på, da det var nødvendigt at genstanden kunne skæres over af den vandrette skillelinje.⁴⁶

43 Thiede p. 424.

44 Friedman, 2008, pp. 23-24.

45 TNA. ADM 275/19, "The Technical History and Index: serial history of technical problems dealt with by Admiralty departments, part 23 (December 1919) Fire Control in H.M. ships", p. 33.

46 Thiede, pp. 424-426.

Som tidligere nævnt forsøgte den britiske opfinder Arthur Pollen i årene op til krigen at få Royal Navy til at indføre hans ildledelsessystem. Dette system bestod af tre hovedkomponenter, et automatiseret afstands/pejlingsur, en automatisk plotter og en gyrostabiliseret affutage til afstandsmålere, benævnt Argo-afstandsmåler (navngivet efter Pollens firma Argo). Skønt hans system i sidste ende blev forkastet, viste forsøg med hans affutage til afstandsmålere sig så succesfulde, at flåden valgte at indføre denne affutage. Den blev installeret ovenpå broen og var gyrostabiliseret, således at den blev holdt forholdsvis vandret, når skibet rullede i søen. Når Argo-afstandsmåleren havde målt en afstand, blev denne afstands-værdi sendt elektronisk ned til afstandsplottet på Dreyerildlederbordet i ildledercentralen (se senere). Denne gyrostabiliserede afstandsmåleraffutage resulterede i, at den britiske flåde, i modsætning til den tyske, i lang tid regnede med, at en enkelt afstandsmåler var tilstrækkelig til at måle en præcis afstand til fjenden.⁴⁷ Så hvor den tyske flåde anvendte op til syv afstandsmålere, brugte den britiske flåde oprindeligt kun én.

Flåden indså dog, at det var ønskeligt med afstandsmålere i alle kanontårnene, således at de kunne fortsætte skydningen, hvis kontakten til ildledelsescentralen blev afbrudt. Derfor begyndte man fra 1912 at indbygge afstandsmålere i alle kanontårnene. Dette havde dog ikke høj prioritet, og indbygningen af afstandsmålere blev først afsluttet efter krigens udbrud. Først da denne indbygning var i gang, begyndte man at overveje, hvordan de ekstra afstandsmålere ombord kunne integreres ind i ildledelsessystemet.⁴⁸ Dette står i stærk kontrast til det tyske ildledelsessystem, hvor samtlige af skibets afstandsmålere helt fra designstadiet var en vigtig del af ildledelsessystemet. Konsekvensen blev da også, at de ekstra afstandsmålere aldrig blev en fuldt integreret del af det britiske ildledelsessystem.

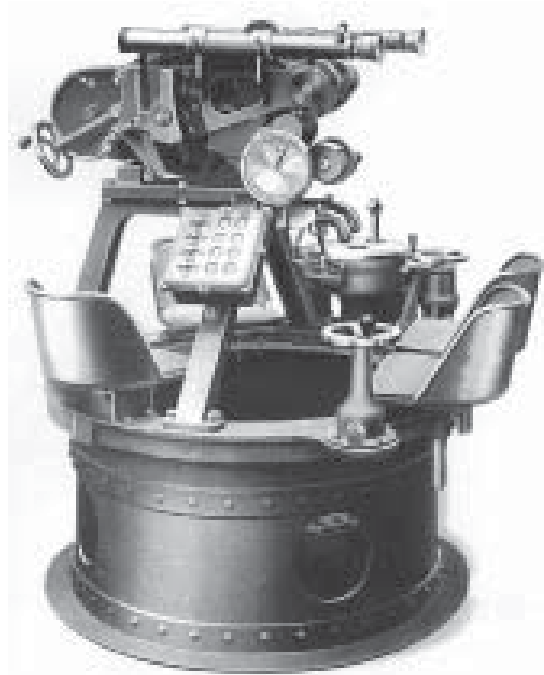
I den tyske flåde, hvor vanskelighederne ved at betjene en stereoskopisk afstandsmåler førte til et øget fokus på udvælgelsen og uddannelsen af operatører, synes det modsatte at være tilfældet i den britiske flåde. En koincidensafstandsmåler var forholdsvis simpel at anvende, og som konsekvens heraf blev træningen af operatørerne formentligt forsømt. Det er i hvert fald tydeligt, at niveauet blandt flådens afstandsmålere ved krigens udbrud ikke var tilfredsstillende.⁴⁹ Dette problem blev yderligere forværret af, at indbygningen af afstandsmålere i kanontårnene betød, at langt flere uddannede operatører var påkrævet til at betjene disse afstandsmålere pr. skib, end det oprindeligt var tilfældet.

Afslutningsvis kan det derfor konkluderes, at sammenlignet med den tyske flåde havde Royal Navy ved krigsudbruddet dårligere uddannede afstandsmålere og et ildledelsessystem, der i mindre grad integrerede de forskellige afstandsmålere ombord ind i det samlede ildledelsessystem.

47 Brooks, 2005 pp. 50-51, 93.

48 Ibid., p. 51.

49 Ibid., p. 52; Lord Chatfield, *The Navy and Defence*, (London 1942), p. 113.



Directorsigte (Friedman, 2008, p. 73)

Directorskydning

Konceptet bag directorskydning var at hele et skibs tunge artilleri blev styret fra et centralt apparat, kaldet directorsigtet.

Directorsigtet bestod af et roterende dobbeltsigte monteret på en platform under fortoppen, hvorfra der var et godt udsyn uden gener fra røg fra skorstene og kanonerne. Dobbeltsigtet bestod af to sigtekikkerter. Den ene sigtekikkert blev kontrolleret af director-layeren, hvis opgave det var at rette sin sigtekikkert på den korrekte sideretning i forhold til fjenden. Den anden sigtekikkert blev kontrolleret af director layeren, der skulle rette sin sigtekikkert på den korrekte højderetning i forhold til fjenden. Ved directorsigtet sad der elektriske afsendere, der automatisk overførte de to sigtekikkerters indstillinger til sideretterne og højderetterne i kanontårnene. Disse skulle så ved hjælp af følgevisere bringe deres egne kanoner i overensstemmelse med directorsigtet. Således blev directorsigtets indstillinger overført til kanonerne. Den enkelte sideretter eller højderetter ved kanonerne behøvede således slet ikke at kunne se fjenden, for at hans kanon kunne ramme. Når alle kanoner var rettet ind i forhold til directorsigtet, var det director layeren, der affyrede alle skibets kanoner, når han fik fjenden i sit sigte. På denne måde blev hele skibets tunge artilleri rettet og affyret fra et centralt sted, hvor observationsmulighederne var langt bedre end ved de enkelte kanontårne.⁵⁰

Opsatsafstands- og sideforskydningsværdier blev sendt fra ildledercentralen, hvor de var blevet udregnet ved hjælp af Dreyer-ildlederbordet (se senere), til directorsigtet, hvor to sight-setters var ansvarlige for at indstille værdierne på de to sigtekikkerter. Inden dobbeltsigtets indstillinger kunne sendes til kanonerne,

⁵⁰ Brook, 2005 pp. 48-49; Padfield, 1973, pp. 245-248.

skulle de korrigeres. Først skulle der korrigeres i højderetningen, da directorsigtet befandt sig højere over vandoverfladen end kanontårnene. Derefter skulle hvert enkelt kanontårns sideretning korrigeres, således at man opnåede en konvergerende skydning. Disse korrektioner foregik automatisk.⁵¹

Directorsigtet blev indført i 1913, efter at en gennemført testskydning viste dets overlegenhed i forhold til individuel side/højderetning af kanonerne.⁵² Ved krigens udbrud var dog kun otte skibe blevet udstyret med directorsigter til deres tunge artilleri. Man besluttede derfor at prioritere at udruste skibene med directorsigter til deres tunge artilleri, og ikke også til det middeltunge artilleri, som oprindeligt havde været planlagt. Under Jyllandsslaget var alle britiske slagskibe, med undtagelse af tre, udrustet med et directorsigte. Desuden valgte artilleriofficeren på HMS *Inflexible* ikke at bruge sit directorsigte, da det kun lige var blevet installeret, og man derfor ikke havde haft mulighed for at afprøve det.⁵³

Dreyer Ildlederbord

Ildlederbordet var en mekanisk computer, hvis funktion kort fortalt var at skabe en visuel repræsentation af sporadiske og fejlbehæftede data, der tillod udregninger at blive foretaget på baggrund af disse data. Endvidere fungerede det som en kontrol af, at udregnede og observerede værdier stemte overens. Rent fysisk bestod ildlederbordet af forskellige ildledelsesapparater, der var forbundet med diverse tandhjul, gear og kæder. Det fungerede ved at plote afstandsværdier og pejlingsværdier til fjenden over tid på to separate papirruller. Ved hjælp af en dumaresq (se senere) og andre instrumenter kunne bordet kontinuerligt udregne en opsatsafstand og sideforskydningsværdi, der så kunne sendes til directorsigtet. Det var placeret i ildledercentralen, som befandt sig nede i selve skibet.

Ildlederbordet blev som tidligere beskrevet udviklet og opkaldt efter flådeofficeren Frederick Dreyer. Den første egentlige produktionsversion af hans ildlederbord fik meget forvirrende betegnelsen Dreyer Table Mark III. Fem eksemplarer af denne version blev i 1912 bestilt hos firmaet Elliott Brothers.⁵⁴

I alt syv forskellige versioner blev konstrueret i løbet af krigen. I forhold til min problemformulering er det kun fem af disse versioner, der er interessante. De er som følger:

Dreyer Table Mark I

Udviklet omkring 1915. Dette var en mindre og mere primitiv version af Mark III bordet, og var beregnet til brug ombord på de tidligste slagskibe, hvor der ikke var plads til et Mark III bord. Mark I bordet havde ingen motor til at drive

51 Brooks, "Percy Scott and the Director", *Warship*, 1996, p. 154.

52 Ibid., p. 164. *HMS Thunderer* udstyret med directorsigte opnåede 23 træffere på 3 minutter, hvorimod *HMS Orion*, uden directorsigte, kun opnåede 4 træffere på samme tid.

53 Ibid., p. 166; TNA. ADM 275/19 p. 11; Fawcett og Hooper, *The fighting at Jutland*, (Annapolis 2001), p. 181; Arthur, *The True Glory*, (United Kingdom 1996), p. 73.

54 Brooks, 2005, p. 159.

Dreyer Table Mark III

Den første version af ildlederbordet. Fem eksemplarer fremstillet. Installeret ombord på slagskibe fra 1912. Afstandsuret i denne samt Mark IV og IV* var konstrueret af Elphinstone og kunne i højere grad end Vickers afstandsuret løbende håndtere ændringer i afstandsforandringsværdien.

Dreyer Table Mark IV

En videreudvikling af Mark III bordet, udstyret med en elektrisk dumaresq. I brug fra 1914 ombord på slagskibe og slagkrydsere. Den første serieproducerede version.

*Dreyer Table Mark IV**

En mindre opdatering af Mark IV bordet. Største ændring var, at det kunne plotte længere afstande. Færdigudviklet ved udgangen af 1915. Som Mark IV i brug ombord på slagskibe og slagkrydsere.⁵⁸

Betegnelsen af de enkelte versioner er misvisende, idet det indikerer, at hver enkelt version var identisk, hvilket ikke nødvendigvis er korrekt. To Mark IV ildlederborde kunne således godt divergere fra hinanden i en række detaljer. Som en konsekvens heraf er det i dag umuligt at sige præcis, hvordan ildlederbordet ombord på et specifikt skib så ud.⁵⁹ For en oversigt over hvilke version af Dreyerbordet hver enkelt britisk enhed havde: Se bilag 2 tabel 4.

Da ildlederbordet var forholdsvis komplekst, vil jeg starte min beskrivelse af det ved først at beskrive de enkelte hovedkomponenter i bordet, for herefter at beskrive hvordan bordet som en helhed fungerede.

Afstandsplot

Dreyer forventede, at afstandsforandringen ofte ville være konstant, og derfor ville et plot af afstand over tid frembringe en ret linje, hvis hældning udtrykte afstandsforandringen. Dreyer erkendte også, at data fra afstandsmålerne altid ville være fejlbehæftet. Det var derfor nødvendigt at have et system, hvormed man kunne forkaste tydeligt forkerte målinger, således at de ikke fik indflydelse på udregningen af afstandsforandringsværdien. Hvis man løbende plottede afstandsmålinger på et papir, kunne man tegne en ret linje igennem de spredte afstandsmålinger, samtidigt med at man ignorerede tydeligt afvigende afstandsmålinger. På denne måde kunne man finde en omtrentlig afstandsforandringsværdi.⁶⁰ Afstandsplottet var altså en måde visuelt at vurdere afstandsforandringsværdien på baggrund af sporadiske, og ofte fejlbehæftede, afstandsmålinger.

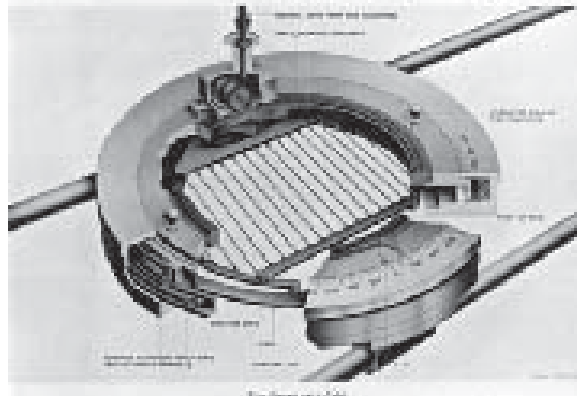
Afstandsplottet bestod af en rulle papir, der i de fleste versioner blev trukket

58 Sumida, 1989 p. 284 og Brooks, 2005, pp. 168-170.

59 Brooks, 2005, p. 178.

60 Friedman, 2008, pp. 43-44.

Delinstrumentet til aflæsning af afstandsforandringsværdien. Her i en lidt nyere udgave fra HMS Hood. (http://www.hmshood.com/ship/fire_control.htm)



hen over en flade, med en konstant hastighed af en motor. På Mark III bordet blev afstandsmålingerne automatisk plottet fra Argoafstandsmåleren. Fordelen ved denne metode var, at den var fuldt automatisk, så der var ingen risiko for manuelle fejl. Ulempen var, at det kun tillod plotning fra en enkelt afstandsmåler ombord. Man forsøgte at udvikle et system, hvormed afstandsværdier fra flere afstandsmålere automatisk kunne plottes, men måtte af tekniske årsager opgive. I stedet udviklede man et afstandsplottetastatur til manuelt at plote afstandsværdierne. Dette var dog et forholdsvis besværligt apparat at anvende, hvilket gjorde processen tidskrævende og sårbar overfor manuelle fejl. Afstandsplottetastaturet blev anvendt på Mark IV og Mark V versionerne under Jyllandsslaget, men det er uvist, om de fem Mark I og Mark III borde blev opgraderet med et afstandsplottetastatur.⁶¹

Når man havde plottet en tilstrækkelig mængde afstandsværdier på papiret til at man kunne anslå en ret linje imellem plotmærkerne, bevægede en af operatørerne en metalring hen over punkterne. Denne ring havde tværgående metaltråde på indersiden af ringen. Operatørens opgave var nu at dreje ringen indtil disse tråde var parallelle med den anslåede linje imellem mærkerne. Når det skete, kunne den afstandsforandringsværdi, der passede til trådenes vinkel, aflæses på en skala på ydersiden af ringen. Afstandsforandringsværdien kunne så indstilles på bordets afstandsur.

Afstandsur

Afstandsrets opgave var at udregne afstanden til målet på baggrund af den indstillede afstandsforandringsværdi. Når afstandsret blev indstillet med en begyndelsesafstand og en afstandsforandringsværdi, udregnede det automatisk den aktuelle afstand til målet, forudsat at de indtastede værdier var korrekte. Afstandsret drev også en blyant, der løbende aftegnede den udregnede afstand til fjenden på papirplottet. Så længe blyantstregen og de plottede afstandsværdier havde den

61 Brooks, 2005, pp.171-172; C.B. 1456 *Handbook of Captain F. C. Dreyer's Fire Control Tables* i Admiralty Library, Portsmouth, pp. 17, 29-33.

samme hældning, betød det, at afstandsforandringsværdien var korrekt.⁶² Eller sagt med andre ord, at observerede og udregnede data stemte overens. Hvis det ikke var tilfældet, betød det, at den aktuelle afstandsforandringsværdi var forkert, og en ny måtte findes ved hjælp af afstandsplottet. Herefter skulle afstandsuret stoppes, den nye værdi indstilles, og uret sættes i gang igen.

Pejlingsplot

Ligesom afstandsmålingerne blev plottet på afstandsplottet, havde Dreyerbordet også et pejlingsplot, hvor pejlinger til målet blev plottet på. Det fungerede stort set på samme måde som afstandsplottet. En rulle papir blev trukket over en plan flade med konstant hastighed. Herpå blev pejlingsmålingerne fra Argo afstandsmåleren, der også målte pejlingsværdier, automatisk plottet. Når tilstrækkelig mange punkter var blevet plottet, kunne pejlingforandringsværdien findes ved, at en metalring med tværgående wirer blev placeret over punkterne, og operatøren drejede ringen, indtil wirerne og de plottede punkter løb parallelt. Denne metalring var forbundet med en viser, der bevægede sig langs en metalromle, hvorpå der var indgraveret kurver, der repræsenterede speed-arccos værdier. Denne romle blev roteret af afstandsuret. Kurverne var indgraveret således, at viseren, til enhver afstand, pegede på den speed-across værdi, der svarede til den fundne pejlingsforandringsværdi på metalringen. Således blev pejlingsforandringsværdien automatisk omregnet til en speed-across værdi. På Mark IV og Mark IV* bordene blev der tilføjet endnu en metalromle bag speed-across romlen. Den var indgraveret med kurver af ukorrigerede sideforskydningsværdier, det vil sige sideforskydningsværdier, der kun tog højde for granatens flyvetid på den aktuelle afstand. Andre faktorer, der havde indflydelse på sideforskydningen, skulle først indregnes ved hjælp af en Deflection Totalizer (se afsnittet om dumaresqen).

Den fundne pejlingforandringsværdi blev indstillet på et pejlingsur, der ligesom afstandsuret løbende udregnede den aktuelle pejling til fjenden. Urets primære funktion var at udregne en aktuel pejlingsværdi i tilfælde af, at man midlertidigt mistede visuel kontakt til fjenden.⁶³

Dumaresq

Afstandsforandringen og sideforskydningen kan udregnes ved hjælp af matematiske ligninger. Men da det forståeligt nok ikke var ønskeligt, at ildledelsesofficeren skulle løse ligninger under et slag, forsøgte man at finde en alternativ udregningsmetode. Dumaresqen, opfundet af en britisk søofficer i 1902, var en analog regneskive, der mekanisk kunne foretage disse udregninger.

Når eget skibs kompasretning og hastighed, fjendens anslåede kompasretning og hastighed, samt pejling til fjenden blev indstillet på apparatet, pegede en viser

62 Brooks, 2005, p. 162; Schleihau, "The Dumaresq and the Dreyer (del 1)", *Warship International* No. 1, 2001 pp. 28-29.

63 Ibid., pp. 170-171; C.B. 1456, pp. 6, 17 og 35.

på den afstandsforandrings- og speed-across værdi, der passede til de indstillede data. Speed-across kunne så ved hjælp af en regnestok omregnes til sideforskydning. Det matematiske og tekniske princip bag dumaresqen svarede til den tyske EU/SV-Anzeiger skønt de to apparater afveg fra hinanden i opbygning.

Dreyer bordet havde en indbygget dumaresq, der var elektrisk forbundet til et gyro-stabiliseret kompas, der bevirkede, at en lille motor automatisk indstillede værdien for eget skibs kompasretning. Dette betød at ændringer i eget skibs kurs automatisk blev overført til dumaresqen, og en ny afstandsforandrings- og speed-across værdi udregnet. Mark VI og Mark IV* versionerne havde en endnu mere avanceret elektrisk dumaresq. Denne var ved hjælp af to elektriske motorer i stand til automatisk at overføre den udregnede afstandsforandringsværdi til afstandsuret, og den udregnede pejlingforandringsværdi til pejleuret. Så længe egen hastighed samt fjendens kurs og hastighed var konstant, kunne ens eget skib manøvrere, uden at det var nødvendigt med nogen manuelle ændringer på hverken dumaresq, afstands- eller pejlingsur. De nye skuddata blev automatisk udregnet og overført.

Under krigen blev en såkaldt Deflection Totalizer udviklet, der automatisk kunne omregne den ukorrigerede sideforskydning fundet ved hjælp af metaltrømlen på pejlingsplottet til en korrigeret sideforskydningsværdi, ved at indregne alle de faktorer, der havde indflydelse på sideforskydningen.⁶⁴

Spotting Differential

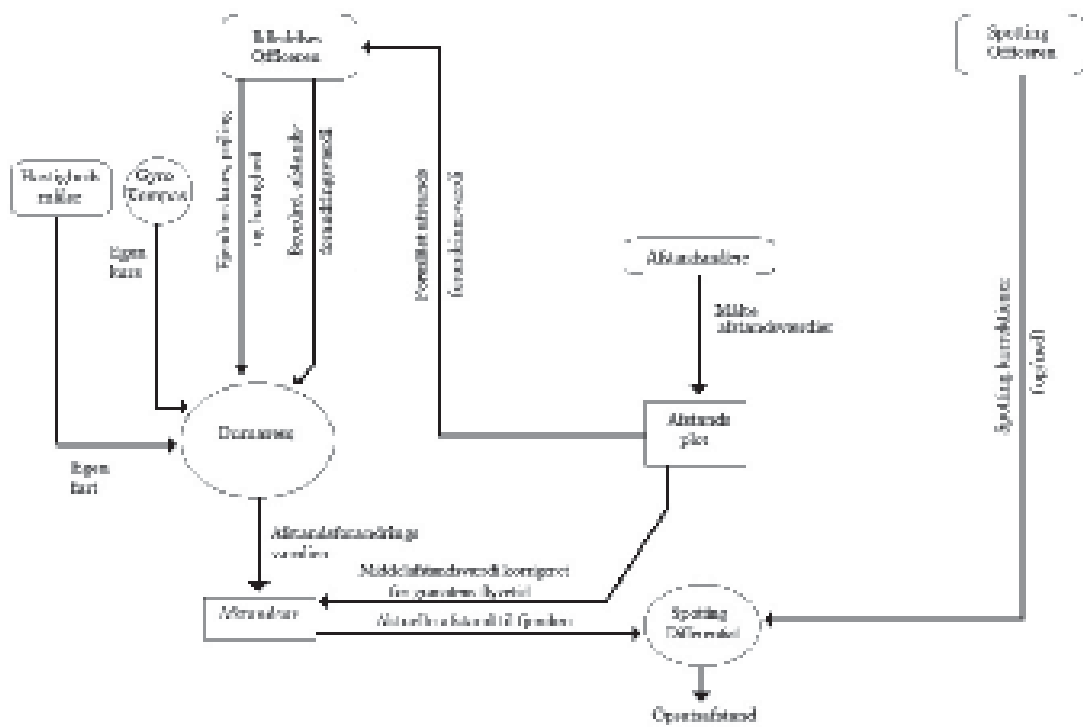
Før middelaafstanden kunne sendes til directorsigtet og kanontårnene, skulle den omregnes til opsatsafstand. Dette blev gjort ved hjælp af en Dreyer Range Corrector, der fik indtastet middelaafstanden, afstandsforandringsværdien, lufttryk, temperatur og vind. På baggrund af disse værdier udregnede den den korrektion, der skulle lægges til middelaafstanden for at få opsatsafstanden. Spotting Differential fik automatisk overført middelaafstandsværdien fra afstandsuret. Ved hjælp af et håndtag blev den udregnede korrektion fra Range Correctoren manuelt lagt til middelaafstanden på Spotting Differential, og opsatsafstanden kunne nu sendes til directorsigtet og kanontårnene. Når skydningen var begyndt, kunne det samme håndtag bruges til at korrigere opsatsafstanden på baggrund af observationer af granatnedslag fra spottingofficeren i fortoppen.⁶⁵

Dette var hovedkomponenterne i Dreyers ildlederbord. Det var, som det fremgår, en forholdsvis kompleks analog computer, og det kan være svært helt at forstå de enkelte komponenters funktion, og hvordan de interagerede med hinanden.

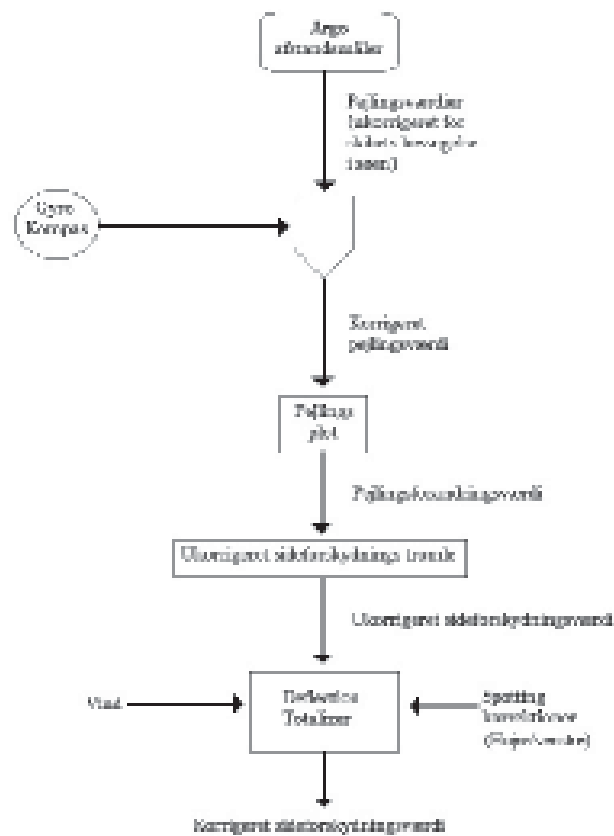
Grundlæggende var bordets funktion kontinuerligt at udregne opsatsafstandsværdier og sideforskydningsværdier. For lettere at kunne overskue, hvordan det løste disse udregninger, har jeg opstillet to flowdiagrammer.

64 Brooks, 2005, pp. 42-43, 172-173; C.B. 1456 pp. 37-39, 51-53.

65 Brooks, 2005, pp. 55, 162-163.



Udregning af opsatsafstand.



Udregning af sideforskydningsværdi.

Det er værd at bemærke, at det var ildledelsesofficeren, der havde den samlede kommando over artilleriet, og som var på sin klartskibspost i fortoppen med udsyn til fjenden, der suverænt besluttede, hvilken afstandsforandringsværdi der skulle indstilles på dumaresqen og afstandsuret. Officeren, der betjente afstandsplottet, kunne kun via telefon komme med forslag til ildledelsesofficeren om at ændre afstandsforandringsværdien på baggrund af afstandsplottets udregninger. Denne procedure skulle hindre, at en forkert afstandsforandringsværdi blev anvendt som følge af en betjeningsfejl af en af ildlederbordets operatører.⁶⁶

Dreyerbordet reflekterede Dreyers stadige søgen efter brugbare data. Ligesom før indførelsen af Dreyerbordet forblev dumaresqen en integreret del af ildledelsessystemet. Dreyer opfattede bordet og dumaresqen som to alternative måder at forsyne afstandsuret med afstandsforandringsværdier. I starten af et slag kunne dumaresqen indstilles med anslåede værdier for målets kurs og fart, og dermed udregne en afstandsforandringsværdi. Senere, når flere afstandsmåliger var plottet, kunne afstandsforandringsværdien findes ved hjælp af afstandsplottet.

Dumaresqen kunne ligeledes bruges til at bekræfte den udregnede afstandsforandringsværdi og speed-across ved hjælp af en procedure kaldet et Cross Cut. Fordi dumaresqen fungerede analogt, var det ligegyldigt, hvilke værdier der var input og hvilke der var output. Ildledelsesofficeren, som var forsynet med sin egen dumaresq, kunne derfor indstille den via plottene, udregne afstandsforandring og speed-across, og dumaresqen ville så udregne den målkurs og målfart, der matchede de indstillede værdier. Han kunne så ved at observere målet konstatere om den udregnede kurs og hastighed stemte overens med målets faktiske kurs og fart.⁶⁷ Cross Cut var altså en måde visuelt at kontrollere de udregnede værdier. Denne kontrolfunktion var årsagen til, at det suverænt var ildledelsesofficeren, der bestemte, hvilken afstandsforandringsværdi der skulle indstilles på afstandsuret.

Ligegyldigt hvilken version af ildlederbordet et skib var udstyret med, var den overordnede måde, ildledersystemet var organiseret på, identisk fra skib til skib. Hele ildledelsessystemet var kontrolleret af ildledelsesofficeren, der arbejdede i fortoppen lige over platformen med directorsigtet. Sammen med ham stod en spottingofficer, hvis ansvar det var at observere nedslagene og sende korrektioner ned til ildlederbordet i ildledercentralen. To andre officerer, benævnt Rate-keeper og Deflection-keeper, havde ansvaret for kontinuerligt at holde øje med, at afstandsforandrings- og sideforandringsværdien var korrekt. De var i kontakt med en Tabel-officer, der var placeret ved ildlederbordet og var hovedansvarlig for dets funktion. De til enhver tid gældende afstandsforandrings- og sideforandringsværdier blev sendt fra ildledercentralen til directorsigtet, hvorfra den korrekte sideretning og højderetning blev sendt til de enkelte kanontårne.⁶⁸

66 Brooks, 2005, p. 164; Schleihau, del 1, p. 19.

67 Friedman, 2008, p. 46.

68 Padfield, 1973, p. 250.

Krigen til søs, 1914-1918

Udbruddet af krigen førte umiddelbart ikke til kamphandlinger imellem større britiske og tyske kampenheder. Begge landes slagflåder blev i første omgang i sikkerhed i deres havne og opankringspladser. I begyndelsen af 1915 så situationen således ud. Den britiske Grand Fleet var opdelt i to styrker. I Scapa Flow på Orkneyøerne i det nordligste Skotland lå hovedparten af flåden, inklusive alle flådens nyere slagskibe. Hele denne flåde var under kommando af admiral Jellicoe. Nødvendigheden af at kunne beskytte den engelske kyst imod tyske flådebombardementer gjorde, at alle britiske slagkrydsere blev samlet under viceadmiral Beatty ved Rosyth på den skotske østkyst. Herfra kunne den hurtigt gribe ind, hvis tyske skibe forsøgte at beskyde byer langs den engelske sydøstkyst. Skønt Beatty formelt var underlagt Jellicoe, betød afstanden imellem Rosyth og Scapa Flow, at Beattys styrke havde en høj grad af autonomi i forhold til resten af flåden. Den tyske Hochseeflotte lå ved Wilhelmshaven på den tyske vestkyst og var under kommando af viceadmiral Scheer. Ligesom den britiske flåde havde den tyske flåde samlet sine slagkrydsere i en semi-uafhængig opklaringseskadre under viceadmiral Hipper.⁶⁹

Den første reelle træfning imellem dreadnoughts fandt sted 24. januar 1915 ved Dogger Banke. Her mistede tyskerne panserkrydseren Blücher. Denne træfning var dog så kort og foregik på så store afstande, at den ikke er velegnet til at vurdere styrker og svagheder ved de enkelte flåders ildledelsessystem. Jeg vil derfor ikke redegøre i detaljer om træfningen. Dog skal et enkelt aspekt af træfningen fremhæves. De to parter beskød hinanden på afstande på op til 20.000 yards,⁷⁰ hvilket var langt større afstande end nogen før krigen havde forventet. Faktisk var tyskerne så uforberedte på at kæmpe på disse afstande, at de flere gange under slaget var ude af stand til at besvare briternes ild, da de var uden for de tyske kanoners maksimale rækkevidde. Efterfølgende ændrede tyskerne derfor den maksimale elevation på deres kanoner for at forøge disses rækkevidde.⁷¹

Da forventningerne til, hvilke afstande et kommende slag ville blive udkæmpet over, var væsentlige i udviklingen af de to flåders ildledelsessystemer, vil jeg kort redegøre for, hvilke afstande de to flåder havde forberedt sig til at kæmpe på i årene op til krigen.

Det var ikke kun tyskerne, der var uforberedt til at kæmpe på de lange afstande, som gjorde sig gældende ved Dogger Banke. Briterne havde før krigen et ønske om at føre en kommende kamp på det de kaldte decisive range, dvs. afstande, hvor man kunne forvente at tilføje fjendens skibe så store skader, at de

69 Brooks, 2005, p. 3.

70 I hele artiklen er afstandsangivelser bibeholdt i yards, når disse er taget fra britiske kilder. En omregning til meter ville give meget præcise afstandsangivelser (som f.eks. 16.786 m), hvilket ville indikere at disse var mere præcise end det reelt er tilfældet.

71 Massie, *Castles of Steel*, pp. 388-406; BAMA. *Entwicklung unser Marineartillerie 1913-20 A. Geschützrohre*, pp. 24-25.

sank.⁷² Pga. vanskelighederne ved at ramme på lange afstande var decisive range meget mindre end kanonernes maksimale rækkevidde.

Briterne gennemførte hvert år en øvelsesskydning med skarp ammunition kaldet Battle Practice, der både blev brugt til at træne kanonmandskabet, men også til at indhøste erfaring med nyt artillerimateriel og generelt vurdere, hvor godt forberedt man var til at udkæmpe en kommende krig. Afstandene, man skød på ved Battle Practice, kan derfor fortælle os, hvilke afstande man forventede at et slag ville blive udkæmpet på. Både i 1912 og 1913 foregik Battle Practice på gennemsnitlig omkring 8.600 yards. På denne afstand traf de bedste skibe i 1913 med ca. 45 % af deres granater. Der var dog i dele af flåden utilfredshed med de korte afstande og lave hastigheder, hvormed Battle Practice blev gennemført, da forholdene blev anset for urealistiske. Der blev derfor gennemført enkelte eksperimentelle skydninger med høj hastighed på afstande på op til 16.000 yards. Disse blev dog i admiralitetet opfattet som spild af ammunition, og der blev derfor ikke i flåden gennemført nogen samlet vidensdeling på baggrund af de opnåede erfaringer fra disse skydninger. Royal Navy havde således ved krigens udbrud meget begrænset institutionel erfaring med artilleriskydning på over 10.000 yards.⁷³

Dette blev ikke anset som et problem, da den dominerende holdning i flåden var, at tyskerne ville forsøge at kæmpe på afstande på imellem 7-10.000 yards, da de på denne afstand kunne få det optimale udbytte af deres kraftigere middeltunge artilleri- og torpedobevæbning.⁷⁴ Efterretninger fra den tyske flådes årlige øvelsesskydning syntes frem til 1913 at bekræfte denne opfattelse. Indtil da fandt alle tyske skydninger sted på afstande under 10.900 yards.⁷⁵

Fra 1913 begyndte den tyske flåde at træne skydning på væsentlig længere afstande. Ved dette års øvelsesskydning skød man på afstande imellem 12.000 og 16.000 yards med det tunge artilleri og opnåede træffere med ca. 10 % af granaterne. Ved samme skydning viste tyskernes middeltunge artilleri sig i stand til at opnå træffere på over 14.000 yards, hvilket viste, at deres effektive skudafstand var meget længere end briterne forventede.⁷⁶ Om tyskerne nåede at gennemføre deres årlige øvelsesskydning før krigens udbrud i 1914, er der desværre intet kildebelæg for. Man da disse skydninger typisk fandt sted i første halvdel af året, er det sandsynligt, at de nåede at blive gennemført.

Så skønt begge landes flåder blev overrasket over de lange skudafstande, der viste sig at gøre sig gældende under krigen, var det tyskerne, der havde mest institutionel erfaring med skydning på lange afstande. Briterne havde som nævnt

72 Sumida, "Expectation, Adaptation and Resignation", *Naval War College Review* 2007: 60,3, p. 101.

73 Brooks, 2005, pp. 66-69; Chatfield, p. 113.

74 Sumida, "A Matter of Timing: The Royal Navy and the Tactics of Decisive Battle 1912-1916", *Journal of Military History* 67 (January 2003) pp. 100-101; Seligmann, "A German Preference for a Medium-Range Battle?", *War in History* 2012:19,1, p. 34.

75 Seligmann, pp. 39-40.

76 Ibid., pp. 40, 47-48; **BAMA**. RMD 4/483, pp. 309-310.

kun gennemført enkelte forsøgsskydninger på lange afstande, men den generelle konsensus i flåden var, at et kommende slag ville blive udkæmpet på under 10.000 yards. De mangler i briternes ildledelsessystem, som forsøgsskydningerne havde afdækket, blev således ikke adresseret før krigens udbrud.⁷⁷ Tyskerne på den anden side startede krigen med et ildledelsessystem, der havde bevist, at det var i stand til at opnå en tilfredsstillende træffe procent på op til 16.000 yards. Disse erfaringer skulle komme tyskerne til gode under det eneste reelle søslag imellem Dreadnoughts under krigen, da skudafstandene her sjældent kom under 10.000 yards.

Jyllandsslaget

Jyllandsslaget 31. maj til 1. juni 1916 er den eneste mulighed for at analysere, hvordan de respektive ildledelsessystemer fungerede under egentlige kampforhold. Det vil derfor for den videre analyse være nødvendigt kort at redegøre for slaget, med særlig vægt på de for ildledelsen og artilleriskydningen gældende forhold. For overskuelighedens skyld har jeg delt beskrivelsen af slaget op i en række faser.

Baggrunden for slaget var et tysk ønske om at isolere og nedkæmpe en del af den britiske flåde, for således at nedbringe Royal Navys numeriske overlegenhed. For at opnå dette var tyskernes plan at viceadmiral Hipper med sine slagkrydsere skulle bombardere den engelske østkyst, hvilket ville tvinge viceadmiral Beatty til havs. Her ville viceadmiral Scheer med de tyske slagskibe afskære Beatty og nedkæmpe hans styrke, inden admiral Jellicoe kunne nå frem fra Scapa Flow. Uheldigvis for tyskerne havde det britiske efterretningsvæsen brudt den tyske flådes radiokode og kendte derfor til brudstykker af planen. Om aftenen 30. maj stak hele den britiske Grand Fleet derfor til søs i et forsøg på finde og nedkæmpe Hipper's slagskibe. Pga. en efterretningsfejl troede briterne fejlagtigt, at Scheer stadig befandt sig i Wilhelmshaven med sine slagskibe.⁷⁸

Første fase

Første fase af slaget begyndte om eftermiddagen 31. maj omkring kl. 15.20, hvor Beatty og Hipper fik øje på hinanden ud for den jyske vestkyst. Hipper ændrede kurs mod sydøst for at lokke Beatty ned mod Scheers slagskibe, der stadig befandt sig 75 km væk. Beatty fulgte efter, uvidende om at Scheer var på havet, mens han signalerede til Jellicoe, der befandt sig 85 km mod nordvest, at han havde lokaliseret fjenden. Kl. 15.48 åbnede tyskerne ild på en afstand af ca. 16.000 yards. I den næste time fortsatte Beatty og Hipper på en sydøstlig kurs, mens de beskød hinanden. Da briterne havde solen i ryggen, havde tyskerne de bedste observationsforhold, og deres skydning var også langt bedre i dette tidsrum. Imellem Kl. 16.02 og 16.27 mistede briterne de to slagkrydsere *Indefatigable* og *Queen Mary*. Heldigvis for Beatty kom 5th Battle Squadron, der bestod af flådens mest

⁷⁷ Chatfield, pp. 170.

⁷⁸ Campbell, *Jutland: And Analysis of the Fighting* (London 1986) pp. 10-15.

moderne slagskibe af *Queen Elizabeth*-klassen, på dette tidspunkt ind i kampen. De var under kommando af Beatty, men havde pga. en kommunikationsfejl ikke fulgt ham, da han i begyndelsen af træfningen var drejet mod sydøst. Omkring kl. 16.40 fik Beatty øje på Scheers slagskibe og vendte 180° for at undslippe den fælde, Hipper havde forsøgt at lokke ham i. Pga. Beattys slagkrydsers overlegne fart lykkedes det ham at undslippe Scheer, og første fase af slaget blev afsluttet med denne succesfulde frigørelse. Denne fase havde været en tysk succes, hvor de havde sænket to britiske slagkrydsere, uden selv at have mistet et skib.⁷⁹

Anden fase

Anden fase af slaget er blevet døbt "*Run to the North*", og dækker tidsrummet fra 16.54-18.15. I denne fase lykkedes det Beatty at trække den tyske flåde mod nordvest i armene på Jellicoes slagskibe. Tågebanker og den nedadgående sol betød, at tyskerne observationsforhold i denne del af slaget var dårligere end tidligere, hvilket gik ud over deres skydning. Denne fase af slaget afsluttes med Jellicoes deployering af hans slagskibe i kølvandsorden på tværs af Scheers slagskibslinje.⁸⁰

Tredje fase

Den tredje fase af slaget dækker over tidsrummet 18.15 til 19.45. Det var lykkedes Jellicoe at placere sine slagskibe i kølvandsorden på tværs af Scheers fremrykning. Dette gav Jellicoe en taktisk fordel, da alle hans skibe i teorien ville kunne beskyde Scheer, mens tyskerne kun kunne svare igen med deres forreste skibe. Tåge og krudtrøg betød dog, at Jellicoe ikke til fulde kunne udnytte denne fordel. To gange i dette tidsrum sejlede Scheer indenfor synsafstand af Jellicoes linje, og begge gange blev han kraftigt beskudt, inden han fik vendt om og forsvandt tilbage i tågebankerne. Især imellem 19.06 og 19.20 modtog Scheers slagskib mange træffere uden at kunne svare effektivt igen, da de britiske slagskibe var skjult i tågen. Lidt tidligere, kl. 18.30, var det lykkedes Hipper flagskib *Lützow* at sænke *Invincible* på en afstand af 11.000 yards.

Denne fase blev afsluttet med Scheers anden drejning væk fra Jellicoes linje. I denne fase var det lykkedes briterne at tilføje stor skade på de tyske skibe, men uden dog at sænke et. Tyskerne havde på den anden side sænket *Invincible*, og havde succesfuldt trukket sig ud af den taktisk ugunstige situation, de havde befundet sig i ved starten af denne fase.⁸¹

Fjerde fase

Den fjerde fase fandt sted fra 19.45 til 21.30. Denne fase var karakteriseret ved, at de to flåder sejlede mod syd på omtrentlige parallelle kurser. Tåge og det tiltagende mørke betød dog, at de kun lejlighedsvis havde kontakt. Både Scheer og

79 *Ibid.* pp. 34-35, 38-59.

80 *Ibid.*, pp. 96-123; Massie, *Castles*, p. 604.

81 Campbell, pp. 146-168, 197-217.

Jellicoe var derfor også i tvivl om, hvor fjenden præcist befandt sig. Omkring kl. 20 måtte *Lützow* falde ud af linjen pga. omfanget af sine skader, og det stod klart, at det ikke ville kunne nå i havn. Skibet blev derfor senere sænket af en tysk torpedobåd, efter at mandskabet var blevet evakueret.⁸²

Da mørket faldt på, var situationen den, at Jellicoe befandt sig imellem Scheer og Wilhelmshaven. Det lykkedes dog Scheer i løbet af natten at trænge igennem den bagerste del af Jellicoes linje, og ved middagstid 1. juni var størstedelen af Scheers skibe kommet sikkert i havn.⁸³

I Tyskland blev slaget fejret som en stor sejr, mens slaget i store dele af den britiske offentlighed og i Royal Navy blev opfattet som et bittert nederlag. Der var især i flåden en udbredt skuffelse og frustration over, at det efter næsten to års ventetid ikke var lykkedes at tilføje tyskerne et afgørende nederlag. Men skønt slaget havde været en taktisk tysk sejr, var den strategiske situation uændret. De britiske tab var ikke store nok til at true Royal Navys numeriske overlegenhed, og briternes blokade af de tyske havne var intakt. Ydermere stod det efter slaget klart for tyskerne, at deres dreadnoughtflåde var ude af stand til at fremtvinge en afgørelse på krigen, og at deres eneste håb nu lå i en ubegrænset ubådskampagne mod allierede og neutrale handelsskibe.⁸⁴

Hvis man sammenligner de forventninger til et kommende slag, de to flåder havde før krigen, med de forhold, der reelt gjorde sig gældende under Jyllandsslaget, står det klart, at de afviger væsentligt fra hinanden. Briterne havde forventet at kæmpe på under 10.000 yards, mens skudafstandene under slaget sjældent var så korte. Tyskerne derimod havde i højere grad op til krigen trænet skydning på længere afstande. De længere afstande fik stor betydning for briternes kampkraft. Pga. den ændrede anslagsvinkel på disse afstande havde deres panserbrydende granater en væsentlig nedsat gennemtrængningsevne. Dette betød, at de havde svært ved at anrette skade på de tyske skibe på de lange afstande, selvom de opnåede træffere med deres granater. Denne svaghed var før krigen kendt af briterne, men da man ikke forventede at kæmpe på disse afstande, havde man ikke iværksat tiltag for at forbedre granaternes gennemtrængningsevne.⁸⁵

Briterne forventede, at man ville have god tid til at plotte afstandsværdier, imens de to flåder nærmede sig hinanden. Den generelt dårlige sigt under slaget betød dog, at tyskerne sjældent var synlige i lang tid ad gangen, og man måtte derfor begynde skydningen, så snart man havde fået fjenden i sigte, uden at vente på plottet. Tyskerne anvendte ikke plotting af afstandsværdier, men udregnede automatisk middelfaststanden, hvilket var en væsentligt hurtigere metode, der betød, at man hurtigere kunne tage en pludseligt opdukkende fjende under beskydning.

Begge parter var forberedt på at kæmpe på parallelle kurser, hvor afstands-

82 Ibid., pp. 247-263.

83 Massie, *Castles*, pp. 635-650.

84 Ibid., pp. 188-196, 205-207.

85 Chatfield, pp. 155-56; Barnett, Correlli: *The Swordbearers* (London 1963), p. 185.

forandringen ville være lille og forholdsvis konstant, mens den under slaget ofte var stor og hyppigt ændrede sig. Så skønt ingen af parterne fuldstændigt havde forudset de forhold, der gjorde sig gældende under slaget, må man konkludere, at tyskernes forventninger viste sig at være de mest korrekte.

Ildledelserfaringer under krigen

Før man kan bedømme, hvor godt det tyske og det britiske ildledelsessystem klarede sig i kamp, er det nødvendigt at opstille parametrene for en sådan bedømmelse. Den første parameter, jeg vil bedømme ud fra, er en analyse af artilleriskydningen under Jyllandsslaget. Men da dette udgør en forholdsvis lille datamængde, kan det ikke stå alene. Jeg vil derfor også undersøge, hvordan de to flåder selv bedømte deres respektive ildledelsessystemer på baggrund af deres kamperfaring. Denne undersøgelse er hovedsagligt baseret på primære kilder. Da det eksisterende tyske kildemateriale er sparsomt,⁸⁶ vil jeg inddrage hvorledes tyskerne forbedrede deres ildledelsessystem efter Jyllandsslaget, da disse forbedringer må forventes at være foretaget på baggrund af identificerede mangler i deres system. Disse forbedringer vil derfor vise, hvilke erfaringer tyskerne gjorde sig under slaget. Til slut vil jeg give en samlet bedømmelse af de to flåders ildledelsessystem.

Analyse af artilleriskydningen under Jyllandsslaget

Hvis en analyse af artilleriskydningen under slaget alene bygger på antallet af fjendtlige skibe, der blev sænket, ser det tyske ildledelsessystem ud til at have klaret sig bedst. Tyskerne sænkede tre britiske slagkrydsere, mens de selv kun mistede en. Denne sammenligning fortæller os dog ikke meget om værdien af det enkelte ildledelsessystem. Briternes panserbrydende granater havde som nævnt svært ved at bryde igennem pansret på de tyske skibe. Desuden betød farlige ladeprocedurer i de britiske kanontårne, at de britiske skibe havde en tendens til at springe i luften, når et kanontårn blev ramt. På de tyske skibe var kanonernes drivladninger bedre beskyttet, hvilket resulterede i, at et kanontårn nok brændte ud, når det blev ramt, men at selve skibet overlevede.⁸⁷

Alene at se på tabene på begge sider under slaget giver os derfor ikke nogen indsigt i, hvor godt det respektive ildledelsessystem klarede sig. Det er nødvendigt at fjerne alle uvedkommende faktorer og alene fokusere på antallet af opnåede træffere som mål for, hvor tilfredsstillende de to ildledelsessystemer løste deres opgave.

Hvis man tæller antal træffere opnået på fjendens skibe i forhold til antal af granater afskudt fra det tunge artilleri, kan man udregne hver flådes træfprocent. Dette regnestykke giver os følgende resultat: Britiske tunge granater affyret: 4480,

86 Kilderne begrænser sig til rapporter fra de enkelte skibes kaptajner/artilleriofficerer, samt enkelte skrivelser imellem flåden og Siemens & Halske.

87 Campbell, pp. 368-369, 374.

træffere opnået: 123, træfprocent = 2,75 %; tyske tunge granater affyret: 3570, træffere opnået: 110, træfprocent = 3,08 %.⁸⁸ Træfprocenten er altså forholdsvis ens for de to flåder. Dette har fået indtil flere forfattere til at konkludere, at de to flåders skydning var mere eller mindre lige effektiv under slaget.⁸⁹

Dette vil dog være en for overfladisk analyse, der ikke tager højde for under hvilke forhold, og især, hvilken afstand disse træffere blev opnået. Hvis man i stedet, på baggrund af de tilgængelige oplysninger i John Campbells bog: *Jutland: an Analysis of the Fighting*, undersøger fra hvilket skib, og på hvilken afstand, hver enkelt træffer er opnået, fremkommer der et bedre billede.

I bilag 1 er opstillet oversigter, der viser affyrende skib, afstand og mål for samtlige af det tunge artilleris træffere på fjendens slagskibe, under de forskellige faser af slaget. Oplysninger om træffere fra det tunge artilleri på panserkrydsere, destroyere og andre mindre enheder er utilstrækkeligt til at kunne bruges i en analyse, og er derfor udeladt. Tallene er nødvendigvis behæftet med en vis usikkerhed, men betydningsfulde konklusioner kan stadig uddrages af materialet.

Tabel 1 i bilag 2 viser, at hvor tyskerne scorede 76 % af deres træffere på afstande over 13.000 yards, er det tilsvarende britiske tal kun 42 %. Desuden opnåede briterne hele 28 % af deres træffere på afstande under 10.000 yards, hvor tyskerne kun fik 2,5 % af deres træffere på under denne afstand. Tallene viser altså tydeligt, at de tyske træffere blev opnået på længere afstande end briternes, hvor kravene til ildledelsessystemet var væsentligt højere end på de korte afstande. Det ville dog være forkert at konkludere på baggrund alene af disse tal, at det tyske ildledelsessystem var overlegent. Den skæve fordeling af træffere kan til en vis grad forklares ved den rolle, observationsforholdene spillede for præcisionen af skydningen. Således er hele 44 af de 65 tyske træffere på over 13.000 yards, opnået af de tyske slagskibe i første del af slaget (kl. 15.48-16.54). Her havde de rigtig gode observationsforhold til de britiske slagkrydsere, der havde solen i ryggen, mens de tyske slagkrydsere samtidigt selv var delvist skjult af tåge.⁹⁰ Senere under slaget ændrede forholdene sig, så det var briterne, der havde de bedste observationsmuligheder,⁹¹ hvilket også illustreres ved at briterne fra kl. 19.00 til 21.30 opnåede 45 træffere, mod tyskernes 3.⁹²

Forskellen i observationsforhold, de forskellige skibe havde under slaget, har den konsekvens, at det er vanskeligt at konkludere noget definitivt uden nær-

88 Ibid., p. 353.

89 Flere forfattere har fremsat denne påstand, men de refererer alle til Marder, *From the Dreadnought to Scapa Flow*, bind III, (Oxford 1966), p. 167.

90 BAMA. RM 8/888, *Erfahrungen aus der Schlacht vor dem Skagerak auf Gebiete der Artillerie*, Admiral Hipper (4/7. 1916); TNA. CAB 16/37/4, *Official despatches, with appendices and maps on the Battle of Jutland*, pp. 2, 146-147.

91 BAMA. RM 8/888, RM 8/878 *Kriegstagesbuch des kommando der Hochseestreitkräfte, Kriegstagesbuch des kommando der I. Geschwäders* i Bundesarchiv Freiburg, RM 8/880 Gb fra SMS Derfflinger; TNA. CAB 16/37/4, pp. 3, 53.

92 Bilag 1.

mere at undersøge, under hvilke forhold de forskellige træffere blev opnået. Gør man det, kan der drages nogle interessante konklusioner. For det første er det påfaldende, hvor meget bedre de fire slagskibe af *Queen Elizabeth*-klassen i 5. Slagskibseskadre skød i forhold til Beattys slagkrydsere på afstande over 16.000 yards, skønt de var i kamp med fjenden i omtrent lige lang tid og havde nogenlunde samme observationsforhold.⁹³ Således viser tabel 2 i bilag 2, at 67 % af de britiske træffere på over 16.000 yards er opnået af de fire skibe i 5. Slagskibseskadre, mens Beattys 9 slagkrydsere kun opnåede 16 % af disse træffere. Skydning på disse lange afstande stillede de største krav til ildledelsessystemet, og det er derfor interessant at sammenligne de forskellige typer af Dreyer ildlederbordet og afstandsmålere, de havde ombord. Hele 5. Slagskibseskadre var udstyret med Dreyer Mark IV, og 15 fods afstandsmålere. Beattys slagkrydsere derimod havde kun 9 fods afstandsmålere og en blanding af Dreyer Marks I til IV. To slagkrydsere havde endog slet intet ildlederbord ombord. De eneste af Beattys skibe, der opnåede træffere på over 13.000 yards, havde Mark II, III eller IV.⁹⁴ Det er derfor nærliggende at konkludere, at skibe med Dreyer Mark I havde svært ved at ramme på lange afstande. Dette understøttes af, at kun 2 af de 24 træffere, som skibe med Dreyer Mark I scorede, var på over 13.000 yards afstand, og ingen var på over 16.000 yards.⁹⁵ Herudover viser 5. Slagskibseskadres skydning, at de 15 fods afstandsmålere som ventet var overlegne ift. de 9 fods afstandsmålere ved skydning på lange afstande. Deres højere træffeprocent understreger vigtigheden af præcist at kunne måle afstandsværdier ved skydning på lange afstande.

Da de tyske skibe i langt højere grad end de britiske var udrustet med ensartet og standardiseret ildledelsesudstyr, giver det ikke mening at sammenligne de forskellige tyske skibes skydning på samme måde som de britiskes skydning.

En analyse af de opnåede træffere kan som nævnt ikke bruges til at konkludere, at det tyske ildledelsessystem var bedre end det britiske. Men der kan dog helt klart konkluderes, at erfaringerne fra Jyllandsslaget på ingen måde understøtter bedømmelsen af det britiske system som overlegent, som ellers er den fremherskende tendens i den eksisterende litteratur.

Hvad man kan konkludere, er, at det tyske ildledelsessystem viste sig i stand til at ramme fjenden på lange afstande under gode observationsforhold. Det samme kunne den britiske 5. Slagskibseskadre, men den var udrustet med bedre afstandsmålere og et mere avanceret Dreyerbord end størstedelen af den britiske flåde. Hovedparten af den britiske flåde fik ikke mulighed for at skyde på lange afstande og med gode observationsforhold. Man kan derfor ikke vide, om de ville have klaret sig lige så godt som 5. Slagskibseskadre gjorde. Beattys slagkrydsere havde i store dele af slaget samme observationsforhold som 5. Slagskibseskadre

93 F.eks. fra ca. 17.40-18.03, hvor Beattys slagkrydsere opnåede en træffer på 16.500 yards, mens 5. *Battle Squadron* lavede fem træffere på afstande fra 18.000 – 19.000 yards: Campbell, pp. 106-110.

94 Tabel 4 i bilag 2.

95 Tabel 5 i bilag 2

og skød væsentligt dårligere. Men deres skydning udgør så lille et datagrundlag, at man ikke kan gøre deres erfaringer gældende for hele flåden. Især ikke, da Beattys slagkrydsere havde dårligere muligheder for at træne artilleriskydning fra deres flådebase ved Rosyth, end Jellicoes slagskibe havde ved Scapa Flow, og der derfor forud for slaget var bekymring i flåden om, at slagkrydsernes skydning ikke var på højde med resten af flåden.⁹⁶ Hvor godt Jellicoes slagskibe ville have klaret sig, hvis de havde haft samme skydeforhold som 5. Slagskibseskadre, giver en analyse af artilleriskydningen ved Jyllandsslaget således ikke svar på.

Ildledelseserfaringer fra Jyllandsslaget

Dette afsnit beskriver, hvordan den britiske og tyske flåde bedømte deres respektive ildledelsessystemer på baggrund af deres erfaringer fra Jyllandsslaget. Da afstandsmålinger danner grundlaget for ildledelsen, vil jeg starte begge underafsnit ved at undersøge, hvilken grad af præcision de to flåders afstandsmålere opnåede under kampforhold. I det omfang det er relevant, vil jeg også inddrage erfaringer fra slaget ved Dogger Banke.

Britiske

Overordnet set ser de britiske afstandsmålinger på lange afstande ikke ud til at have været særligt præcise. Da Beattys slagkrydsere åbnede ild mod tyskerne ved starten af slaget, var den målte begyndelsesafstand som følger:⁹⁷

Skib	Afstand (i yards)	Mål
<i>Lion</i>	18.500	<i>Lützow</i>
<i>Princess Royal</i>	16.000	<i>Lützow</i>
<i>Queen Mary</i>	17.500	<i>Seydlitz</i>
<i>Tiger</i>	18.500	<i>Moltke</i>
<i>New Zealand</i>	18.100	<i>Moltke</i>

Da den korrekte afstand på dette tidspunkt formentligt var omkring 16.000 yards,⁹⁸ havde alle skibene, med undtagelse af *Princess Royal*, målt imellem 1.500 og 2.500 yards forkert, hvilket var en væsentlig afvigelse. Det er ikke muligt at fastslå præcisionen af slagkrydsernes afstandsmålinger senere i slaget, men erfaringerne fra slaget ved Dogger Banke i 1915 understøtter opfattelsen af afstandsmålernes præcision som værende utilfredsstillende. Ved Dogger Banke havde slagkrydserne også svært ved at foretage præcise afstandsmålinger, skønt vejrfor-

96 Patterson, A. Temple (ed.): *The Jellicoe Papers*, Bind I (London 1966) pp. 187-188; King-Hall, Louise: *Sea Saga* (London 1935) p. 437; Brooks, 2005, p. 226

97 CAB 16/37/4, Gunnery record for *Lion*, *Princess Royal* og *New Zealand*; Campbell, p. 39; Brooks, 2005, p. 237

98 Campbell, p. 39.

holdene var langt bedre end ved Jyllandsslaget.⁹⁹ Efter slaget skrev skibschefen for *Tiger* at: "...very few ranges were obtained, and no attempt could be made either to obtain or keep a rate"¹⁰⁰, og *Tiger* var ikke den eneste britiske slagkrydser, der ikke kunne foretage præcise afstandsmålinger. Det samme gjorde sig gældende for de resterende britiske slagkrydsere ved Dogger Banke.¹⁰¹

Men det var ikke kun de britiske slagkrydsere, der havde problemer med præcist at måle afstande. Den bedste kilde til at vurdere præcisionen af Jellicoes slagskibes afstandsmålinger er Official Despatches.¹⁰² Efter slaget bad Jellicoe alle de involverede skibe om at indsende deres afstands- og pejlingsplot, og ud fra deres svar, som kan findes i denne kilde, kan man udlede en hel del omkring afstandsmålernes præstation. En del af skibscheferne synes simpelthen at have ignoreret forespørgslen, da de enten ikke lavede noget afstandsplot under slaget eller ikke havde gemt disse. Andre skibschefer meddelte, at de kun havde taget ganske få afstandsmålinger under slaget, og deres afstandsplot derfor var uden nogen værdi.¹⁰³ *Benbow* foretog på et tidspunkt en spotting korrektion på 1.600 yards, hvilket tyder på, at den målte middelfast må have været helt forkert.¹⁰⁴ En sammenfatning af britiske artillerierfaringer konkluderede i 1919 at: "...Rangefinding (under slaget) ...was again found immeasurably harder than at target practices".¹⁰⁵

Så skønt enkelte skibe som *Princess Royal* og *Iron Duke*¹⁰⁶ synes at have foretaget forholdsvis præcise afstandsmålinger, må man overordnet konkludere, at de britiske afstandsmålere ikke fungerede tilfredsstillende under slaget. At briterne selv heller ikke var tilfredse med deres afstandsmåleres præcision, illustreres ved, at flåden efter slaget besluttede at anskaffe minimum to afstandsmålere, med en basislængde på imellem 24 og 30 fod til hvert slagskib. Ingen af disse nåede dog at blive leveret inden krigens afslutning.¹⁰⁷

Der er formentligt flere grunde til denne skuffende præstation. For det første var de 9 fods afstandsmålere ikke designet til at være præcise på afstande længere end 12.000 til 13.000 yards, hvilket før krigen blev vurderet til at være tilstrækkeligt.¹⁰⁸ For det andet var uddannelsen af afstandsmålere, som tidligere nævnt, blevet forsømt op til krigsudbruddet, og intet tyder på, at der blev rettet op på

99 Brooks, 2005, p. 218. Erfaringer fra Dogger Banke kan overføres til Jyllandsslaget, da briterne ikke foretog nogen ændringer på deres afstandsmålere imellem de to slag.

100 Ranft (red.), *The Beatty Papers*, Bind I 1902-1918, (Aldershot 1989), p. 241.

101 TNA. ADM 186/615 Admiralty, *Grand Fleet Gunnery and Torpedo Memoranda on Naval Actions, 1914-18* (1922), p. 9.

102 TNA. CAB 16/37/4.

103 TNA. CAB 16/37/4: *Erin* tog kun seks afstandsmålinger under hele slaget, mens *Conqueror* og *Bellerophon* samstemmigt skriver at: "...very few ranges were taken/obtained" pp. 384-385.

104 Ibid., p. 128.

105 TNA. ADM 186/238 *Progress in naval gunnery 1914-1918*, p. 30.

106 Ibid., p. 55. *Iron Dukes* afstandsmålinger var dog fortrinvis på mindre afstande (12.000-13.000 yards).

107 TNA. ADM 275/19, p. 33.

108 Brooks, 2005, p. 51.

denne forsømmelse i tiden op til slaget.¹⁰⁹ For det tredje var koincidente afstandsmålere følsomme overfor rystelser. Under hele første del af slaget sejlede Beattys slagkrydsere tæt på deres maksimale hastighed, hvilket gav mange rystelser i skibene, hvilket igen fik en negativ indflydelse på afstandsmålernes præcision.¹¹⁰ Derudover krævede koincidente afstandsmålere en tydelig vertikal linje, som f.eks. en skorsten, at afstandsmåle på. De lange afstande, og især det tågede vejr samt røgen fra kanoner og skorstene, betød, at de koincidente afstandsmålere ikke havde optimale betingelser under slaget. Efterfølgende vurderede en nedsat komite da også, at det ville være fordelagtigt, hvis flåden fik kapaciteten til at kunne afstandsmåle under alle vejr- og kampforhold, og man anbefalede derfor indførelsen af stereoskopiske afstandsmålere.¹¹¹

Men briternes problemer med deres afstandsmåling under slaget begrænsede sig ikke kun til afstandsmålernes manglende præcision. Man havde også vanskeligt ved at sikre, at alle afstandsmålere kunne finde det rigtige fjendtlige skib at afstandsmåle på. Apparater, der elektromekanisk kunne sende pejlingsværdien til det udpegede mål fra ildledelsesofficeren og til afstandsmålerne, fandtes ikke. I stedet måtte ildledelsesofficeren verbalt via telefon eller talerør udpege målet for afstandsmålerne. En procedure, der under de dårlige observationsforhold, som gjorde sig gældende under slaget, ofte viste sig vanskelig at gennemføre. F.eks. havde *Benbow* under slaget målt afstanden til to forskellige tyske skibe samtidigt, hvilket selvfølgelig gjorde den udregnede middelf afstand ubrugelig.¹¹² Efter slaget blev det derfor erkendt, at det var nødvendigt at installere pejlingsindikatorer ved alle afstandsmålere.¹¹³

Den enkelte ildledelsesofficer havde under slaget ikke kun problemer med at få afstandsmålerne indstillet på det befalede mål. Det samme problem gjorde sig gældende for directorsigtet, projektører og spottingofficeren. Samtidigt havde skibscheferne på broen, der var ansvarlige for at udvælge, hvilket mål der skulle beskydes, ofte svært ved at udpege målet for ildledelsesofficeren i formærset. Det var kun på de skibe, der var udrustet med en såkaldt Evershed Bearing Indicator, at der var mulighed for elektromekanisk at sende pejlingsværdien for det befalede mål fra skibets chef til ildledelsesofficeren, og herfra til directorsigtet og spottingofficer. Erfaringer fra slaget viste, at det var nødvendigt at udruste alle skibe med disse elektromekaniske pejlingsindikatorer.¹¹⁴

Ud over, at det til tider var vanskeligt for ildledelsesofficeren at få directorsigtet indstillet på det rigtige mål, var erfaringerne med directorsigtet dog generelt

109 Ibid., pp. 225-226.

110 Unavngivet officer fra HMS New Zealand: Notes from the Turrets on the Action of January 24th, 1915, i *The Naval Review* 1917 Vol. V pp. 158, 160. Skønt skildringen er fra slaget ved Dogger Banke, har de samme forhold gjort sig gældende under Jyllandsslaget; Chatfield, p. 109.

111 TNA. ADM 186/615, p. 30; ADM 275/19, p. 34.

112 TNA. CAB 16/37/4, p. 128.

113 TNA. ADM 186/615, pp. 29, 30.

114 Brooks, 2005, pp. 50, 225; TNA. ADM 186/615, pp. 29, 53; ADM 275/19, p. 25.

meget positivt. I den dårlige sigtbarhed, der gjorde sig gældende under slaget, var det en stor fordel, at alle kanonerne kunne indstilles og affyres fra et højt placeret centralt sigte, hvor der var bedre observationsmuligheder end nede fra kanontårnene.¹¹⁵

Afstandsmålernes vanskeligheder med løbende at producere præcise afstands-værdier fik også betydning for Dreyerildlederbordets præstation under slaget. Ingen computer er bedre end de data, den forsynes med, og afstandsmålernes utilfredsstillende præstation betød at Dreyerbordet havde meget vanskeligt ved at udregne en brugbar afstandsforandringsværdi. Men de skuffende erfaringer med Dreyerbordet skyldtes ikke alene, at afstandsmålerne svigtede i at forsyne det med afstandsværdier. En del af forklaringen var også, at det britiske ildledelses-system ikke integrerede alle afstandsmålerne ombord ind i det samlede system.

Da Dreyerbordet blev udviklet, var det meningen, at Argoafstandsmåleren alene skulle forsyne bordet med afstandsværdier. Da det viste sig nødvendigt med input fra flere afstandsmålere, var designet af Dreyerbordet så fremskredet, at disse ekstra afstandsmålere ikke kunne integreres, og man måtte nøjes med en nødløsning, hvor afstandsværdierne manuelt blev plottet ind via det upraktiske afstandsplottetastatur.

Denne manglende integration, samt valget af et afstandsplot som metoden til at finde afstandsforandringsværdien, medførte, at det tog tid at finde afstandsforandringsværdien. Dette blev ikke anset som et problem før krigen, hvor man forventede, at man ville have rigeligt tid til at udarbejde et afstandsplot, imens de to flåder nærmede sig en effektiv skudafstand. Realiteten viste sig dog at være en anden. De uventede lange skudafstande samt den ringe sigtbarhed i Nordsøen resulterede i, at man måtte begynde skydningen så snart fjenden var i sigte. Hurtigt at kunne beskyde en pludseligt opdukkende fjende var dog en situation, som Dreyerbordet ikke var velegnet til. Dette betød, at det mange gange under slaget var nødvendigt at begynde skydningen uden at have dannet et afstandsplot, og flere gange endda uden at en eneste afstandsmåling var foretaget.¹¹⁶

De mange vanskeligheder med at udregne en afstandsforandringsværdi på baggrund af afstandsplottet fik i 1919 flåden til at konkludere at: "*The measurement of rate of change of range ...by the Range plot is frequently misleading and is not recommended*".¹¹⁷ Konsekvenserne heraf var at det sjældent, hvis nogensinde, var muligt at udregne afstandsforandringsværdien på baggrund af afstandsplottet. Den eneste opgave, som afstandsplottet, den klart vigtigste komponent i hele ildlederbordet, reelt kunne løse, var at fungere som et værktøj til visuelt at vurdere middelafstandsværdien.¹¹⁸

Også pejlingsplottet fungerede dårligere, end man havde forventet. Den pri-

115 TNA. CAB 16/37/4, pp. 55, 115, 158.

116 TNA. ADM 275/19, p. 21.

117 TNA. ADM 186/241 *Grand Fleet Dreyer Table Committee, 1918-1919: reports*, p. 6.

118 Ibid.

mære årsag til dette var de uventede store skudafstande. Argo afstandsmåleren overførte pejlingsværdier til plottet i intervaller på $1/4^\circ$, hvilket var for upræcist, da de store skudafstande medførte meget små ændringer i pejlingsværdien.¹¹⁹ Som en amerikansk søofficer observerede, førte denne manglende nøjagtighed til at: "... *The bearing plot instrument is not generally taken seriously. One imagines that it was added so that the system could not be criticised as deficient in this respect by Mr. Pollen ...rather than for the reason of its actual necessity itself*".¹²⁰ Dette er en betydningsfuld observation, da pejlingsplottet dannede grundlaget for udregningen af sideforandringsværdien. Fordi pejlingsplottet ikke var tilstrækkeligt nøjagtigt, kunne det ikke bruges til at udregne sideforandringsværdien. Man blev derfor nødt til at finde sideforandringsværdien ved hjælp af dumaresqen. Det betyder, at sideforandringsværdien blev udregnet på baggrund af anslåede værdier for fjendens kurs og hastighed. Hele Dreyers rationale bag pejlingsplottet var ellers, at sideforskydningen skulle udregnes på baggrund af målte, ikke anslåede værdier, da dette ville være mere præcist.

Desværre førte pejlingsplottets manglende nøjagtighed til, at det reelt var ubrugeligt til at udregne en sideforandringsværdi, og denne blev i stedet fundet ved hjælp af dumaresqen, ligesom det havde været tilfældet inden indførelsen af Dreyers ildlederbord.

Dreyer Calculatoren, en regnemaskine der udregnede opsatsafstanden, ser heller ikke ud til at være blevet brugt som oprindeligt tiltænkt. Ingen af Beattys slagkrydsere brugte regnemaskinen under slaget. Årsagen var, at øvelsesskydninger før krigen havde fundet sted på så korte afstande, at det ikke havde været nødvendigt at omregne middelfstanden til opsatsafstand.¹²¹ Da skudafstandene under krigen viste sig at være længere end oprindeligt forudset, var der åbenbart ingen, der indså nødvendigheden af at benytte Calculatoren.

Om det samme gjorde sig gældende for Jellicoes slagskibe under Jyllandsslaget er svært at afgøre. I efteråret 1918 er det dog tydeligt, at der ikke er nogen standardiserede procedurer i flåden for, hvordan man skal benytte regnemaskinen. I stedet er der stor forskel fra skib til skib på, hvordan og hvornår den udregnede korrektion lægges til middelfstanden, og to skibe benytter stadig slet ikke Dreyer-regnemaskinen.¹²² Dette viser, at der også blandt Jellicoes slagskibe var stor usikkerhed med hensyn til, hvordan maskinen skulle bruges.

Man kan derfor konkludere, at flåden havde udviklet et apparat til at udregne opsatsafstanden, men havde forsømt at uddannede ildledelsespersonalet tilstrækkeligt i, hvordan man skulle bruge dette apparat. Dette førte til, at i hvert fald en del af flåden, og måske hele flåden under Jyllandsslaget, slet ikke indregnede elementer som vind og temperatur i udregningen af en opsatsafstand. Den

119 TNA. ADM 275/19, p. 27.

120 Schleihauf, del 1. p. 24

121 TNA. ADM 186/615. pp. 29-30.

122 TNA. ADM 275/19, pp. 8-9.

vigtigste korrektion for udregningen af opsatsafstand, granatens flyvetid, blev dog formentligt fundet i en skydetabel og direkte indregnet i systemet som en spotting korrektion på Spotting Differential.¹²³ Konsekvensen af den manglende præcision, hvormed opsatsafstanden blev udregnet, var, at det tog unødigt lang tid at skyde sig ind på de tyske skibe.

Denne kritik af flådens mangelfulde uddannelse af ildledelsespersonellet kan gøres gældende for hele Dreyerildlederbordet. Det var en for den tid meget kompliceret analog computer, og det er tydeligt, at der i hvert fald på nogle skibe var usikkerhed om, hvordan den skulle bruges. Dette illustreres bl.a. af denne amerikanske søofficers oplevelse, da han fik forevist ildlederbordet ombord på et britisk skib: "...*The first thing this writer did in inspecting the table was to lean against the edge. This stopped the paper, which slowed down, and the slope of the line indicated a peculiar change in rate... It was some time before even those who were explaining the instrument could tell what the trouble was*".¹²⁴

Lions artillerilogbog fra Jyllandsslaget viser, at skibets ildledelsespersonel havde problemer med at implementere den fundne afstandsforandringsværdi ind i udregningen af skudløsningen. Ifølge skibets artillerilogbog var afstanden til målet kl. 15.46 18.500 yards, og afstandsforandringsværdien – 150 yards/min. Da *Lion* åbnede ild 90 sekunder senere, benyttede man stadig afstanden på 18.500 yards.¹²⁵ Men med en afstandsforandringsværdi på -150 yards/min. var afstanden jo formindsket med 225 yards i de mellemliggende 90 sekunder. Den korrekte afstand havde derfor været 18.275 yards. *Lions* ildledelsespersonel havde slet ikke taget højde for en for skydningen så betydningsfuld værdi som afstandsforandringsværdien i udregningen af skudløsningen. At dette ikke var et engangstilfælde bekræftes af følgende passage i et brev fra en amerikansk søofficer: "*In the Battle of Jutland, they (briterne) simply set the rate at zero, because they had no idea what it really was*".¹²⁶ Søofficeren havde sin viden fra en samtale med en britisk søofficer, der var på besøg i USA for at udveksle ildledelseserfaringer med den amerikanske flåde, efter at USA var trådt ind i krigen.¹²⁷

Dreyer ildlederbordet led under mange mangler, som ikke havde været erkendt før krigen. Nogle af disse mangler, som f.eks. afstands- og pejlingsplottets uanvendelighed, skyldtes til dels de uventet store skudafstande. Andre, som den

123 Brooks, 2005, p. 162.

124 Schleihau, "The Dumaresq and the Dreyer (del 3)", *Warship International*, No. 3, 2001, pp. 223, 225. Da Dreyerbordet plottede afstande, da det blev forevist, kan man konkludere, at dets mandskab betjente bordet under forevisningen. Det er derfor sikkert at: *those who were explaining the instrument*, refererer til bordets faste mandskab, formentlig plottingofficeren, eller at denne i hvert fald var til stede, og kunne havde rettet fejlen hvis årsagen til fejlen havde stået ham klart.

125 Brooks, 2005, p. 240.

126 Wright, "Questions on the effectiveness of US navy Battleship Gunnery", *Warship International* vol. 41, 2006, p. 93

127 *Ibid.*, p. 92: Den britiske søofficer havde været ildledelsesofficer ombord på *Neptune* under Jyllandsslaget, og må derfor betragtes som en pålidelig kilde.

manglende uddannelse af ildlederpersonalet, gjorde ikke. Dreyerbordets hovedopgave var kontinuerligt at udregne en afstandsforandringsværdi, opsatsafstand og sideforskydningsværdi. Det viste sig ikke at være i stand til at foretage en eneste af disse udregninger. Det manglende flow af data til afstandsplottet samt plottes uhensigtsmæssige konstruktion bevirkede, at bordet ikke kunne udregne en afstandsforandringsværdi under kampforhold. Da afstandsforandringsværdien er den vigtigste komponent i udregningen af opsatsafstand, havde denne mangel også den konsekvens, at bordet ikke kunne udregne en opsatsafstand. Dette blev yderligere forværret af, at ildledelsespersonalet, i hvert fald på nogle skibe, ikke benyttede Dreyer-regnemaskinen til at indregne værdier som vind og temperatur i udregningen af opsatsafstanden. Samtidigt betød de lange skudafstande, at pejlingsplottet var for upræcist, og det derfor viste sig umuligt at udregne en sideforskydningsværdi på baggrund af de målte pejlingsværdier.

Overordnet kan man konkludere, at det var lykkedes Dreyer at udvikle en yderst avanceret analog computer, men at Royal Navy havde ikke udviklet et system til at forsyne denne computer med de data, den havde brug for. Dette betød, at man ikke kunne udnytte Dreyerbordets funktionalitet, og reelt var man henvist til at udregne skuddata alene ved hjælp af dumaresqen, og så bruge spotting korrektioner til at skyde sig ind på fjenden. I essensen det samme system, som man havde anvendt før indførelsen af Dreyers ildlederbord.

Tyske

De tyske erfaringer med deres stereoskopiske afstandsmålere under slaget var generelt gode. *Derfflinger* og *Von der Tann* brugte ildåbningsafstande på henholdsvis 15.000 m og 16.000 m, da de åbnede ild mod Beattys slagkrydsere,¹²⁸ hvilket er tæt på den korrekte afstand på ildåbningstidspunktet på omtrent 15.000 m.¹²⁹ *Lützow* brugte en ildåbningsafstand på 16.700 m.¹³⁰ Moltkes ildåbningsafstand er ikke kendt, men skibets første salve var kun 150 m for kort, og skibets anden salve dækkede målet.¹³¹ Samlet set har de tyske slagkrydseres ildåbningsafstand derfor været mere præcis end de britiske slagkrydseres.

Mens Beattys og Hippers slagkrydsere nærmede sig hinanden i starten af slaget, afveg de forskellige afstandsmålere ombord på *Von der Tann* sjældent med mere end 100 m fra hinanden, mens de forskellige afstandsmålere på *Defflinger* under hele slaget målte indenfor et interval af 300 m.¹³² Disse meget små afvigelser imellem de forskellige afstandsmålere viser, at de var i stand til at måle med en høj grad af præcision, og generelt var tyskerne meget tilfredse med deres af-

128 Gb fra *Drefflinger* og Konteradmiral a. D. Mahrholz: *Der Artillerieoffizier eines Grosskampfschiffes im Krieg 1914/18* (Berlin 1930), p. 66.

129 Campbell, p. 39.

130 Korvettenkapitän a. D. Paschen, "SMS Lützow in der Skagerrakschlacht", *Marine Rundschau* 1926, p. 176. Paschen var artilleriofficer ombord på *Lützow* under Jyllandsslaget.

131 Padfield, 1973, p. 266.

132 Von Hass, 1921, p. 147; Mahrholz, p. 53.

standsmåleres præstation under slaget. Bl.a. meldte chefen for *Kronprinz*, at skibets afstandsmålere målte fejlfrit på 17.000 m afstand.¹³³ Udover deres overlegne præcision var de tyske stereoskopiske afstandsmålere ikke så sårbare overfor vibrationer i skibet som de britiske afstandsmålere, og de fungerede godt under dårlige lysforhold.¹³⁴

På både *Derfflinger* og *Von der Tann* kontrollerede ildledelsespersonalet den på EU/SV-Anzeigeren fundne afstandsforandringsværdi ved løbende at notere tidspunkt og dertil hørende middelf afstand til fjenden ned, og ved hjælp af disse tal manuelt udregne en afstandsforandringsværdi.¹³⁵ Dette viser, at det tyske afstandsmålersystem kunne levere data nok til, at disse udregninger kunne foretages. Det var et bidrag, som det britiske afstandsmålersystem ikke var i stand til at levere. Den udregnede afstandsforandringsværdi blev så sammenlignet med den på EU/SV-Anzeigeren fundne værdi. Stemte de ikke overens, måtte de anslåede værdier for målets kurs og fart på EU/SV-Anzeigeren nødvendigvis være forkerte, og man kunne så ændre dem. Denne procedure mindede om det britiske Cross-cut med den væsentlige forskel, at tyskernes afstandsmålersystem rent faktisk leverede data hurtigt nok til, at man kunne foretage det under kampforhold. Da tyskerne på denne måde brugte afstandsværdier til at udregne afstandsforandringsværdien, bekræftes de tyske afstandsmåleres præcision ved, at både Lützow og Von der Tann brugte en afstandsforandringsværdi på – 400 m pr. minut på ildåbningstidspunktet.¹³⁶ Denne lå meget tæt på den faktiske værdi på omkring – 370 m pr. minut.¹³⁷

Man kan konkludere, at de tyske afstandsmålere fungerede tilfredsstillende under slaget og leverede et konstant flow af præcise afstandsværdier til ildledelsessystemet. Men skønt tyskernes erfaring fra Jyllandsslaget med deres afstandsmålere med en basislængde på 3 m var positive, besluttede man alligevel at opgradere de eksisterende afstandsmålere i kanontårnene til apparater med en basislængde på 4,75 m. Denne opgradering var dog kun delvis fuldført ved krigens slutning.¹³⁸ Der er dog intet der tyder på, at denne opgradering skyldtes utilfredshed med de eksisterende afstandsmåleres præstation under slaget. Beslutningen skal derimod formentlig ses som en naturlig udvikling hen mod længere basislængder i flåden. Allerede før krigen blev de nyeste tyske skibe bygget med afstandsmålere med en basislængde på op til 8,2 m, og så tidligt som 1913 udtrykte flåden et ønske om at

133 BAMA. *Gefechtsbericht* fra *Kronprinz* i RM8/879; Gb fra SMS *Ostfriesland* og Paschen, p. 176.

134 TNA. ADM 186/259 *Progress in Gunnery Material, 1922 and 1923*, p. 33.

135 Von Hass, 1921, p. 132; Mahrholz, p. 54.

136 Paschen, p. 176; Mahrholz, p. 66. *Derfflinger* brugte i starten af slaget en afstandsforandringsværdi på – 200 m./min, BAMA. RM8/880 Gb fra *Derfflinger*, mens den ikke er kendt fra de to resterende tyske slagkrydsere.

137 Brooks, 2005, p. 238.

138 *Entwicklung 1913-1920*, G. pp. 55-56.

opgradere de eksisterende 3 m afstandsmålere, til afstandsmålere med en længere basislængde.¹³⁹

Tyskernes erfaringer med deres Richtungsweiser og Aufsatz-Telegraph var også hovedsageligt positive.¹⁴⁰ Uden Richtungsweiser havde det ikke været muligt hurtigt at få alle kanoner og afstandsmålere rettet ind på det rigtige mål. Samtidigt tillod den, at man hurtigt kunne skifte skydningen til et nyt mål og fastholde alle kanoner på det rette mål på trods af dårlig sigtbarhed.¹⁴¹ Den dårlige sigtbarhed under slaget var de optimale betingelser for at gøre fuld brug af R.W. Evnen til hurtigt at rette kanoner og afstandsmåler ind på det korrekte mål var uundværlig under kampforhold, hvor observationsforholdene hurtigt ændrede sig, og hvor man kun havde ganske kort tid til at beskyde en opdukket fjende, inden denne igen forsvandt bag en tågebanke. Tyskerne kunne således langt hurtigere end briterne beskyde et pludseligt opdukkende mål.¹⁴² Efter slaget blev Richtungsweiseren også rost i høje vendinger, og flere artilleriofficerer sendte deres lykønskninger til Dr. Raps, der havde været ansvarlig for dets udvikling.¹⁴³ Det eneste kritikpunkt af R.W. var dets placering på skibet. Røgen fra skibets egne kanoner forringede sigtbarheden, og det ville derfor være fordelagtigt, hvis R.W. kunne placeres i formærset, således at den blev hævet op over røgen.¹⁴⁴

På grund af det sparsomme kildemateriale omhandlende tyskernes artillerierfaringer fra Jyllandsslaget er det nødvendigt at analysere den videre udvikling af deres ildledelsessystem for at se, hvilke forbedringer de, på baggrund af disse erfaringer, lavede i deres eget system. Dette vil vise, hvilke mangler tyskerne selv identificerede i deres ildledelsessystem. En sådan analyse identificerer to områder, hvor tyskerne lagde hovedfokuset i deres udviklingsarbejde.

For det første begyndte tyskerne efter slaget at flytte store dele af deres ildledelsescentral op i formærset, hvor ildledelsespersonalet havde bedre udsyn. For det andet forsøgte man at udvikle apparater, der i højere grad automatiserede artilleriskydningen, således at de enkelte højderettere ved kanonerne blev aflastet.

Erfaringerne fra Jyllandsslaget viste, at det ville være fordelagtigt, hvis R.W. og en afstandsmåler kunne blive flyttet op i formærset, hvor de ikke ville blive generet af røgen fra kanonerne.¹⁴⁵ De uventet store skudafstande bevirkede, at det var nødvendigt at sikre så gode observationsmuligheder som overhovedet muligt. I tidsrummet fra slaget og til afslutningen på krigen var dette et område,

139 Ibid., p. 55; *Entwicklung 1911-12, F* p. 117.

140 BAMA. Bl.a. *Gb Derfflinger og Gefechtsberichte fra Lützow* i RM 8/880.

141 BAMA. *Gb fra Kronprinz, Gb Ostfriesland og Gb Derfflinger*.

142 TNA. ADM 186/615, p. 29. Skibe med 8,2 m. afstandsmålere nåede dog ikke at blive kampklar til at kunne deltage i Jyllandsslaget.

143 Siemens 9667.

144 BAMA. *Gb fra Derfflinger*.

145 TNA. *Gb Derfflinger og Seydlitz "General experience"*, p. 271, ADM 137/1644 *Jutland: later reports, 1916*.

SMS *Derfflinger* efter skibet havde fået indbygget en trefodsmast. (http://www.maritime-quest.com/warship_directory/germany/battleships/derfflinger/sms_derfflinger.htm. Besøgt den 14/3 2014)



som flåden afsatte en del ressourcer til at forbedre.¹⁴⁶ Alle nye skibe, samt de mest moderne af de eksisterende skibe, blev indrettet med en trefodsmast, eller en forstærket stangmast, i stedet for det hidtidige formær. ¹⁴⁷ Denne kraftigere konstruktion tillod opbygningen af en pansret ildledelsescentral 30 m over dækket, hvor udsynet var langt bedre end fra den tidligere placering bag broen. I denne ildledelsescentral blev der placeret en afstandsmåler, R.W. til både det tunge og middeltunge artilleri samt en Aufsatz-telegraph, hvilket resulterede i, at skibets ild kunne ledes herfra.¹⁴⁸ Dette må tolkes som en erkendelse fra tyskernes side af, at den hidtidige placering ikke egnede sig til skydning på de store afstande som efter krigsudbruddet viste sig at gøre sig gældende.

Den anden store ændring i tyskernes ildledessystem efter Jyllandsslaget var udviklingen af et affyringsanlæg, der automatisk affyrede kanonerne, når højderetterens sigte var på målet. Især i hårdt vejr og på lange skudafstande aflastede dette højderetteren, der ikke længere skulle affyre kanonen i præcis det øjeblik hvor skibets rulning i søen fik sigtet på målet. Dette anlæg blev kaldt et Abfeuergerät (forkortet A.G.). Anlægget bestod af to metalkontakter. Den ene kontakt sad ved siden af kanonrøret og blev ved hjælp af et gyroskop holdt parallelt med horisonten. Den anden kontakt sad på selve kanonrøret og blev indstillet på opsatsafstanden. Kanonrøret rullede med resten af skibet, og i det øjeblik, kontakten på kanonrøret berørte den stationære horisontkontakt, blev kanonen affyret. For at sikre, at granaten forlod munden i præcis det rette øjeblik, blev anlæg-

146 Alene de påkrævede ekstra ildledelsesapparater kostede omk. 146.000 *Mark* pr. skib; Siemens 9686 *Teuerungszuschlag Feuerleitanlagen*.

147 Gröner, *German Warships 1815-1945 Volume One: Major Surface Vessels*, (London 1990), pp. 25-29; 56-59.

148 BAMA. RM 3/19542, *Anordnung der Feuerteilungsapparate im Vormars*, konstruktionstegning.

get nødt til at kompensere for tiden fra affyring og til granaten forlod kanonløbet. Ved at måle vinkelhastigheden og affyre kanonen i brøkdelen af et sekund, før kanonløbet befandt sig i den rigtige vinkel, kunne anlægget korrigere for granatens bevægelse igennem kanonløbet.¹⁴⁹ Ud over at aflaste højderetterne sikrede dette system, at alle kanoner blev affyret samtidigt, hvilket medførte, at granaterne landede med en minimal spredning.

Udviklingen af A.G. blev allerede påbegyndt omkring 1909, og under Jyllandsslaget havde *Lützow* en prototype af anlægget ombord. Anlægget gik dog i stykker ved afgivelsen af den første salve og blev derfor ikke anvendt. Fra 1917 og frem blev det færdigudviklede A.G. anlæg installeret ombord på flådens mest moderne skibe.¹⁵⁰ Tyskernes prioritering af indbygning af A.G. anlæg i skibene efter slaget tyder på, at erfaringer fra Jyllandsslaget havde vist dem værdien af at aflaste højderetterne, der blev udfordret af skydning på så lange afstande, som havde gjort sig gældende under slaget.¹⁵¹

Den tyske flådes udvikling af deres ildledelsessystemer efter Jyllandsslaget havde hovedfokusset på at forbedre deres kapacitet til at kæmpe på lange afstande. Både flytningen af ildledelsescentralen fra dækket og op på en trefods mast og indførelsen af A.G.-anlægget peger på et ønske om at forbedre netop denne kapacitet. Derudover ser tyskerne ud til at have været tilfredse med deres ildledelsessystem.

Samlet vurdering

Hvor de tyske skibe, med enkelte undtagelser, havde et uniformt ildledelsessystem, afveg ildledelsessystemet på de enkelte britiske skibe væsentligt fra hinanden. Skibene var alle udrustet med forskellige versioner af Dreyerildlederbordet. Samtidigt var det ikke alle skibe, der havde et director sigte, mens andre ikke havde Evershed Bearing Indicators. Der var også stor forskel på, hvordan man ombord benyttede de forskellige apparater. F.eks. var der mange, der slet ikke benyttede Dreyer-regnemaskinen. Faktisk er det tvivlsomt, om der bare var to britiske skibe, med undtagelse af *Queen Elizabeth*-klassen, der var helt identisk udrustet under Jyllandsslaget.

Den store forskel i graden af standardisering imellem den tyske og britiske flådes ildledelsessystem repræsenterer den væsentligste forskel på de to flåders tilgang til anskaffelsen af deres respektive systemer. Den tyske flåde fik hele sit system fra Siemens & Halske. En af verdens førende producenter af elektriske apparater, med en medarbejderstab på 60.000 og en deraf følgende stor produktionskapacitet.¹⁵² Denne store produktionskapacitet betød, at Siemens & Halske

149 35-44 Lc. 117, p. 28.

150 *Gb Lützow; Entwicklung 1913-1920 G.*, p. 63.

151 Det tog ti uger at installere et A.G. anlæg på et skib, hvilket var meget lang tid at fjerne et skib fra krigsberedskab. Dette peger på, at installationen af A.G. anlæg havde høj prioritet.

152 Henderson, *The Rise of German Industrial power, 1834-1914*, (London 1975), p. 192.

kunne udvikle og producere alle komponenterne af ildledelsessystemet, med undtagelse af selve afstandsmålerne, og udruste hele flåden med deres system. Det britiske ildledelsessystem blev derimod produceret af flere forskellige mindre producenter, der ikke havde produktionskapaciteten til at udruste hele flåden med et uniformt system. At benytte flere forskellige mindre producenter var dog Royal Navys foretrukne anskaffelsesmetode, da det medførte, at man fik en konkurrencedygtig pris.¹⁵³ Men denne praksis betød, ud over den manglende evne til at udruste hele flåden med det samme system, også, at de forskellige dele af det britiske ildledelsessystem ikke var integreret ind i et samlet system.

Inden for systemintegrationsteori formulerede forskere i starten af 1990'erne begrebet System of Systems, der især vandt udbredelse i våbenudviklingsindustrien. Det er stadig et relativt nyt begreb uden nogen fast definition. En karakteristik af et System of Systems system kunne være en samling af delsystemer, hvor hvert system er i stand til at operere uafhængigt af de andre, men hvor samlingen af de forskellige delsystemer i et samlet og fuldt integreret system giver dette system en øget kapacitet i forhold til den kapacitet, de enkelte delsystemer besad.¹⁵⁴

Hvis man analyserer det tyske ildledelsessystem ud fra dets evne til at integrere de forskellige delsystemer ind i et funktionelt samlet system, står det klart, at dette system kan karakteriseres som et meget tidligt og succesfuldt eksempel på systemintegration. Afstandsmålerne, projektørerne, spottingofficeren samt det tunge og det middeltunge artilleri, kan alle opfattes som uafhængige systemer, der hver for sig besad en operationel kapacitet. Richtungsweiseren, der i den eksisterende litteratur blot opfattes som en primitiv tysk pendant til det britiske directorsigte, da det ikke var i stand til at højderette kanonerne, integrerede med stor effektivitet de ovennævnte delsystemer ind i et fælles system. Richtungsweiseren skabte således forudsætningen for, at det samlede tyske ildledelsessystem fik en væsentligt forbedret kapacitet i forhold til den kapacitet, som det enkelte system besad. Den sikrede f.eks., at alle afstandsmålere ombord hurtigt og effektivt kunne indstilles på det samme mål som artilleriet, og derved kunne en middelafstand hurtigt genereres, hvilket dannede grundlaget for artilleriets skydning. Om natten kunne Zielsäulen, der var et undersystem af Richtungsweiseren, hurtigt rette projektørerne og det middeltunge artilleri imod det samme mål. Dette gjorde, at den tyske natskydning under Jyllandsslaget var langt mere effektiv end den britiske, skønt de britiske og tyske middeltunge kanoner og sigtemidler stort set var identiske.¹⁵⁵ Den tyske overlegenhed skyldtes alene, at det middeltunge artilleri og projektørerne var integreret i et fælles system.

Det britiske ildledelsessystem besad ikke den samme evne til at integrere de forskellige dele af systemet ind i et samlet system. Der var ingen elektromekanisk mulighed for at kontrollere projektørerne, afstandsmålerne samt det middeltunge

153 Brooks, 2005, p. 299.

154 Luzeaux, *Systems of systems* (Bognor Regis 2010), pp. 14, 77.

155 Padfield, 1973, p. 271.

artilleri, hvilket nedsatte de enkelte dele af systemets effektivitet. På de skibe, der ikke var udrustet med Evershed Bearing Indicators, havde artilleriofficeren ingen mulighed for elektromekanisk at rette directorsigtet ind på det ønskede mål. Til sammen betød dette, som tidligere nævnt, at det tog længere tid for briterne end for tyskerne effektivt at beskyde et opdukkende mål.

Ved at lade Siemens & Halske konstruere hele deres ildledelsessystem kunne tyskerne udvikle et ildledelsessystem, hvor de forskellige ildledelsesapparater og afstandsmålere var integreret i et samlet system. En mulighed briterne, med deres bevidste valg af mange forskellige leverandører til deres ildledelsessystem, ikke havde. Beskyttelse af de enkelte leverandørers patentrettigheder samt Royal Navys laissez-faire-tilgang til teknologifornyelse, umuliggjorde den grad af systemintegration, der kendetegnede det tyske ildledelsessystem.

Konklusion

Formålet med denne artikel var at udfordre den altdominerende tendens i den eksisterende litteratur til at beskrive det britiske ildledelsessystem som overlegent i forhold til det tyske system. Efter en grundig teknisk analyse af de to systemer, og en analyse af hhv. den britiske og tyske flådes erfaringer under krigen, kan jeg konkludere, at det tyske system på næsten alle punkter var det britiske overlegent.

De eneste elementer i det britiske system, der må betegnes som bedre end det tyske, var directorsigtets evne til både at overføre højde- og sideretningsværdier til kanonerne, mens den tyske Richtungsweiser kun overførte sideretningsværdier, samt placeringen af directorsigtet i formærset, hvor der var bedre observationsmuligheder end fra taget af ildledelsescentralen, hvor den tyske Richtungsweiser var placeret. Begge mangler lykkedes det til dels den tyske flåde at kompensere for efter Jyllandslaget ved at flytte ildledelsescentralen op på en trefodsmast og ved at udvikle et Abfeuergerät, der aflastede den enkelte højderetter.

Helt overordnet var det britiske ildledelsessystems svaghed, at afstandsmåler-systemet ikke kunne forsyne Dreyerbordet med de nødvendige afstands- og pejlingsdata, som apparatet skulle bruge for at udregne skudløsninger. Det britiske ildledelsessystem, med Dreyerbordet som den centrale komponent, var derfor måske nok teoretisk et bedre og mere avanceret system end det tyske. Men under egentlige kampforhold var systemets evne til at generere afstands- og pejlingsdata ikke tilstrækkelig til, at man på nogen måde kunne gøre brug af systemets teoretiske potentiale. Det tyske afstandsmålersystem, der via Richtungsweiseren var en fuldt integreret del af det tyske ildledelsessystem, kunne levere disse data, selv under de meget vanskelige forhold, der gjorde sig gældende under Jyllandslaget. Derudover gav den væsentlig højere grad af systemintegration i det tyske system en bedre kapacitet til natkamp og kamp under nedsat sigtbarhed end det britiske system. Så skønt Dreyerbordet må hævdes at være mere avanceret end nogle af enkeltkomponenterne i det tyske ildledelsessystem, var det tyske system som helhed, og under realistiske kampforhold, det bedste system.

Når det britiske system alligevel beskrives som overlegent i den eksisterende litteratur, skyldes det formentlig en kombination af flere årsager. For det første har afhængigheden af britiske primærkilder, på bekostning af tyske, betydet, at det ikke har været muligt at få den nødvendige tekniske indsigt i det tyske system til at kunne bedømme det retfærdigt. Det britiske directorsigte, og især Dreyerbordet, var teknisk mere kompliceret end enkeltdelene i det tyske ildledelsessystem. Men forfatterens indsigt i det tyske system var ikke tilstrækkelig til at erkende, at det tyske system i langt højere grad integrerede de forskellige ildledelsesapparater og afstandsmålere ind i et samlet system, hvilket gav det en overlegen kapacitet i forhold til det britiske system.

For det andet har forfatterne været for optimistiske i deres bedømmelse af det britiske ildledelsessystems præstation under Jyllandsslaget. Efter slaget blev Frederick Dreyer selv udnævnt til formand i en komite, der skulle bedømme flådens ildledelsessystems effektivitet under slaget. Ikke overraskende fandt komiteen, at Dreyers ildledelsessystem havde fungeret tilfredsstillende. Det er en konklusion, de ovennævnte forfattere har været for hurtige til at acceptere. Forfatteren har igennem sin analyse af artilleriskydningen under Jyllandsslaget og af flådernes egen bedømmelse af deres artillerierfaringer efter krigen vist, at det britiske ildledelsessystem ikke fungerede tilfredsstillende under Jyllandsslaget.

Litteratur og kilder

Bøger

- Arthur, Max: *The True Glory – The Royal Navy – 1914-1939 – A Narrative History*, (London 1996)
- Barnett, Correlli: *The Swordbearers*, (London 1963)
- Brooks, John: *Dreadnought Gunnery and the Battle of Jutland*, (Abingdon 2005)
- Campbell, N.J.M.: *Jutland: An Analysis of the Fighting*, (London 1986)
- Lord Chatfield: *The Navy and Defence*, (London 1942)
- Fawcett, H.W. og Hooper, G.W.W: *The fighting at Jutland*, (Annapolis 2001)
- Franke, Adolf: *August Raps*. Dr. phil. Dr.-Ing. n. G., Professor, Direktor der Siemens & Halske A.-G. geb. 23. Jan. 1865, gest. 20. Apr. 1920, (Berlin 1921)
- Friedman, Norman: *Naval Firepower*, (Barnsley 2008)
- Friedman, Norman: *Naval Weapons of World War One*, (Barnsley 2011)
- Gordon, Andrew: *The Rules of the Game*, (London 1996)
- Gröner, Erich: *German Warships 1815-1945 Volume One: Major Surface Vessels*, (London 1990)
- Von Hass, Georg: *Die Zwei Weissen Völker* (Leipzig 1920). Oversat til engelsk og udgivet under titlen: *Kiel and Jutland*, (London 1921)
- Henderson, W.O.: *The Rise of German Industrial power, 1834-1914*, (London 1975)
- King-Hall, Louise: *Sea Saga*, (London 1935)
- Kirkwood, Betty R. og Sterne, Jonathan A. C.: *Essential Medical Statistics*, (Oxford 2003)
- Koop, Gerhard og Schmolke, Hans-Peter: *Die leichte Kreuzer der Königsberg-klasse*, (Leipzig og Nürnberg 1994)
- König, Alfred: *Die Fernrohre und Entfernungsmesser*, (Berlin 1937)
- Lambert, Nicholas A.: *Sir John Fisher's Naval Revolution*, (Columbia, SC 2000)

Luzeaux, Dominique: Systems of systems, (Great Britain og USA 2010)
 Konteradmiral a. D. Mahrholz: Der Artillerieoffizier eines Grosskampfschiffes im Krieg, 1914/18, (Berlin 1930)
 Marder, Arthur J.: From the Dreadnought to Scapa Flow bind I, (Oxford 1961)
 Marder, Arthur J.: From the Dreadnought to Scapa Flow bind III, (Oxford 1966)
 Massie, Robert K: Castles of Steel, (New York 2007)
 Massie, Robert K: Dreadnought, (New York 2007)
 Padfield, Peter: Guns at sea, (London 1973)
 Padfield, Peter: The Battleship Era, (London 1972)
 Patterson, A. Temple (ed.): The Jellicoe Papers, Bind I, (London 1966)
 Pollen, Anthony: The Great Gunnery Scandal: The Mystery of Jutland, (London 1980)
 Ranft, Bryan (ed.): The Beatty Papers, Bind I 1902-1918, (Aldershot 1989)
 Schmalenbach, Paul: Die Geschichte der deutschen Schiffsartillerie, (Herford 1968)
 Sumida, John Tetsuro: In defence of Naval Supremacy, (London 1989)
 Thiede, Sven Egil: Dansk søartilleri 1860-2004, (København 2004)

Artikler

Korvettenkapitän Bode: "Vom Entfernungsmessen zur See", *Marine-Rundschau* 1923
 Brooks, John: Percy Scott and the Director, *Warship* 1996
 Lautenschläger, Karl: "The Dreadnought Revolution Reconsidered", Masterson, Daniel (ed.): *NAVAL HISTORY – The Sixth Symposium of the U.S. Naval Academy*, Wilmington 1987
 Korvettenkapitän a.D. Paschen: "SMS Lützow in der Skagerrakschlacht", *Marine Rundschau* 1926
 Schleihauf, William: "The Dumaresq and the Dreyer" (del 1, 2 og 3), *Warship International* No. 1, 2 og 3: 2001
 Seligmann, Matthew: "A German Preference for a Medium-Range Battle?", *War in History* 2012:19,1
 Sumida, John Tetsuro: "British Capital Ship Design and Fire Control in the Dreadnought Era: Sir John Fisher, Arthur Hungerford Pollen, and the Battle Cruisers", *Journal of Modern History*, Vol. 51, No 2 (Juni 1979)
 Sumida, John Tetsuro: "A Matter of Timing: The Royal Navy and the Tactics of Decisive Battle 1912-1916", *Journal of Military History* 67 (January 2003)
 Sumida, John Tetsuro: "Expectation, Adaptation and Resignation", *Naval War College Review* 2007: 60,3
 Wright, Christopher: "Questions on the effectiveness of US navy Battleship Gunnery", *Warship International* vol. 41, 2006
 Unavngivet officer fra HMS New Zealand: "Notes from the Turrets on the Action of January 24th, 1915", *The Naval Review* 1917 Vol. V

Kilder

BUNDESARCHIV, MILITÄRARCHIV FREIBURG (BAMA)

Entwicklung unserer Marineartillerie 1911-12, F. Besondere Einrichtungen
 Entwicklung unserer Marineartillerie 1913-20 A. Geschützrohre
 Entwicklung unserer Marineartillerie 1913-1920, G. Besondere Einrichtungen
 RM 3 118513 Vorderer Artillerieleistand: Schnitte (Konstruktionstegning)
 RM 3/19542 Anordnung der Feuerteilungsapparate im Vormars (Konstruktionstegning)
 RM 8/878 Kriegstagesbuch des Kommando der Hochseestreitkräfte
 Kriegstagesbuch des Kommando der I. Geschwaders
 Gefechtsberichte fra SMS Ostfriesland, SMS Rheinland, og SMS Westfalen
 RM8/879 Gefechtsbericht fra Kronprinz

- RM 8/880 Gefechtsberichte fra Derfflinger
Gefechtsbericht fra Lützow
- RM 8/888 Erfahrungen aus der Schlacht vor dem Skagerrak auf Gebiete der Artillerie,
Admiral Hipper (4/7 1916)
- RMD 4/483 Admiral a.D. Jacobsen: Entwicklung der Schiesskunst in den Kaiserlich
Deutschen Marine, Geheime Dienstvorschrift, Berlin 1928

SIEMENS ARCHIV, MÜNCHEN

- 9667 Geschichte Feuerleitanlagen
- 9671 Feuerleitanlagen
- 9686 Teuerungszuschlag Feuerleitanlagen
- 35-44 Lc. 117, Albert Blattmann: Zur Entwicklung der Siemens Apparate und Maschinen
GmbH (SAM) und ihrer Vorgeschichte 1894-1945

UK NATIONAL ARCHIVES (TNA)

- ADM 137/1644 Jutland: later reports, 1916
- ADM 137/3886 Naval Staff Intelligence Department, German Gunnery Information De-
rived from the Interrogation of Prisoners of War
- ADM 186/238 Progress in naval gunnery 1914-1918
- ADM 186/241 Grand Fleet Dreyer Table Committee, 1918-1919: reports
- ADM 186/243, Reports on Interned German Vessels: Part V Gunnery Material
- ADM 186/259 Progress in Gunnery Material, 1922 and 1923
- ADM 186/383 Admiralty, German Navy, Part IV Section 4, Target Practice, Rangefinders
and Control of Fire, July 1917
- ADM 186/615 Admiralty, Grand Fleet Gunnery and Torpedo Memoranda on Naval Ac-
tions, 1914-18 (1922)
- ADM 275/19 The Technical History and Index: serial history of technical problems dealt
with by Admiralty departments, part 23 (December 1919) Fire Control in H.M. ships
- CAB 16/37/4 Official despatches, with appendices and maps on the Battle of Jutland

ADMIRALTY LIBRARY, PORTSMOUTH

- C.B. 1456 Handbook of Captain F. C. Dreyer's Fire Control Tables

Internet

- [http://www.maritimequest.com/warship_directory/germany/battleships/derfflinger/
sms_derfflinger.htm](http://www.maritimequest.com/warship_directory/germany/battleships/derfflinger/sms_derfflinger.htm) (besøgt 14/3 2014) og senere.

Bilag

Bilag 1

Oversigt over tyske og britiske artilleritræffere under Jyllandsslaget. Oplysningerne er taget fra Campbell: Jutland: And Analysis of the Fighting, Conway Maritime Press 1986.

KLOKKEN 15.48-16.54

Dette tidsrum dækker fra de to slagkrydser-eskadrer åbnede ild mod hinanden, og indtil Beatty drejede mod nord for at undslippe Scheers overlegne flådestyrke.

TYSKE TRÆFFERE 15.48-16.00

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Lützow</i>	3 træffere på <i>Lion</i>	15.000-16.000	15.51-16.00
	3 træffere på <i>Lion</i>	16.500-18.000	16.01-16.03
<i>Moltke</i>	9 træffere på <i>Tiger</i>	14.000-16.500	15.00-16.00
<i>Derfflinger</i>	3 træffere på <i>Princess Royal</i>	15.000-16.500	15.58-16.00
<i>Seydlitz</i>	1 træffer på <i>Queen Mary</i>	ca. 15.000	-
<i>Von der Tann</i>	1 træffer på <i>Indefatigable</i>	ca. 15.000	-
	4 træffere på <i>Indefatigable</i>	15.500-16.000	16.02-16.03

Indefatigable springer i luften.

BRITISKE TRÆFFERE 15.48 -16.00

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Queen Mary</i>	2 træffere på <i>Seydlitz</i>	ca. 15.000	15.53, 15.57
	1 træffer på <i>Seydlitz</i>	ca. 17.000	?
<i>Lion</i>	2 træffere på <i>Lützow</i>	ca. 16.000	16.00
<i>Tiger</i>	1 træffer på <i>Moltke</i>	ca. 17.000	?
<i>Barham</i>	1 træffer på <i>Von der Tann</i>	ca. 19.000	16.10

Efter 16.10 blev skudafstanden for stor, og skydningen ophørte.

TYSKE TRÆFFERE 16.15-16.35

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Lützow</i>	3 træffere på <i>Lion</i>	ca. 15.000	16.24
<i>Derfflinger</i> / <i>Seydlitz</i>	1 træffer på <i>Queen Mary</i>	ca. 16.000	16.21
	2 træffere på <i>Queen Mary</i>	ca. 14.500	16.26

Queen Mary springer i luften.

<i>Derfflinger</i>	3 træffere på <i>Princess Royal</i>	ca. 14.000	16.27-16.32
<i>Moltke</i>	3 træffere på <i>Tiger</i>	ca. 15.000	16.22-16.28
<i>Von der Tann</i>	1 træffer på <i>Barham</i>	17.000-18.000	16.23
	1 træffer på <i>New Zealand</i>	ca. 15.000	16.26
<i>Seydlitz</i>	1 træffer på <i>Tiger</i>	16.000-18.000	16.35

BRITISKE TRÆFFERE 16.20-16.35

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslet
<i>Princess Royal</i>	2 træffere på <i>Lützow</i>	ca. 17.000	16.15
<i>Tiger</i>	2 træffere på <i>Von der Tann</i>	ca. 15.000	16.20-16.23
<i>Barkham/Valiant</i>	2 træffere på <i>Moltke</i>	ca. 17.500	16.16
	2 træffere på <i>Moltke</i>	ca. 16.000	16.23-16.26

Skydningen stopper 16.35 da de to flåder er uden for skudafstand af hinanden.

TYSKE TRÆFFERE 16.40-16.54

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Lützow</i>	1 træffer på <i>Barham</i>	ca. 20.000	16.45

BRITISKE TRÆFFERE 16.40-16.54

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Barham</i>	1 træffer på <i>Seydlitz</i>	ca. 19.000	16.50

Herudover blev *Queen Mary* ramt 3 gange, *Tiger* 1 gang og *Seydlitz* 1 gang, uden at det skydende skib kan identificeres.

KLOKKEN 16.54-18.15

“*Run to the North*”. Beatty trækker den tyske flåde mod nord, og op imod Jellicoes slagskibe.

TYSKE TRÆFFERE 16:54 - 17:35

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Lützow:</i>	3 træffere på <i>Lion</i>	17.000-20.000	16.57-17.27
<i>Seydlitz:</i>	1 træffer på <i>Tiger</i>	ca. 17.500	16.58
	2 træffere på <i>Warspite</i>	ca. 20.000	ca. 17.30
<i>Derfflinger:</i>	4 træffere på <i>Barham</i>	19.000-20.000	16.58-17.10
<i>König:</i>	1 træffer på <i>Malaya</i>	ca. 19.500	17.17
<i>3. Eskadre:</i>	I alt 6 træffere på <i>Malaya</i>	17.500-20.000	17.20-17.35

BRITISKE TRÆFFERE 16.54 - 17.35

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
5. Battle Squadron:	3 træffere på <i>Seydlitz</i>	19.000 - 20.000	17.06-17.10
	4 træffere på <i>Lützow</i>	18.000 - 20.000	17.13-17.30
	1 træffer på <i>Derfflinger</i>	20.000	17.19
<i>Warspite/Malaya</i> :	1 træffer på <i>Grosser Kurfürst</i>	ca. 19.000	17.09
	3 træffere på <i>Markgraf</i>	ca. 19.000	17.25-17.30

Skydningen afbrudt kl. 17.35 pga. tåge og afstanden imellem parterne.

TYSKE TRÆFFERE 17.45 - 18.15

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Lützow</i> :	1 træffer på <i>Lion</i>	17.000	18.05

BRITISKE TRÆFFERE 17.45-18.15

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Princess Royal</i> :	1 træffer på <i>Lützow</i>	16.500	17.47
<i>Barham/Valiant</i> :	2 træffere på <i>Seydlitz</i>	18.000 - 19.000	17.55
	2 træffere på <i>Derfflinger</i>	c. 19.000	17.55-18.00

Derudover en træffer på *Seydlitz* fra 5. Battle Squadron, afstand: ca. 19.000, tidspunkt: ukendt.

KLOKKEN 18.15-19.45

I dette tidsrum udspillede kampen imellem de tyske og britiske slagskibe sig.

TYSKE TRÆFFERE 18.15-19.00

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Markgraf</i> :	2 træffere på <i>Princess Royal</i>	13.000	18.22
<i>Lützow</i> :	3 træffere på <i>Invincible</i>	10.000-11.000	ca. 18.30
<i>Derfflinger</i> :	2 træffere på <i>Invincible</i>	10.000-11.000	ca. 18.30

Invincible springer i luften.

I tidsrummet 18.15-18.30 bliver *Warspite* ramt i alt 13 gange, på afstande fra 10.000 til 14.000 yards. 12 af disse træffere hidrørte fra første division, hvoraf to træffere kom fra *Ostfriesland*. De resterende 10 træffere kan ikke tilskrives et bestemt skib. *Kaiserin* fra sjette division opnåede den sidste træffer.

BRITISKE TRÆFFERE 18.15-19.00

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Iron Duke:</i>	7 træffere på <i>König</i>	ca. 12.6000	18.30-18.35
<i>Orion:</i>	1 træffer på <i>Markgraf</i>	13.300	ca. 18.35
<i>Monarch:</i>	1 træffer på <i>König</i>	12.000	ca. 18.35
<i>Indomitable:</i>	1 træffer på <i>Seydlitz</i>	10.000	18.34
	3 træffere på <i>Derfflinger</i>	8.000-11.000	ca. 18.40
<i>Invincible/Inflexible:</i>	8 træffere på <i>Lützow</i>	8.300-11.1000	18.26-18.32
<i>Lion:</i>	2 træffere på <i>Lützow</i>	ca. 10.000	18.26

TYSKE TRÆFFERE 19.00-19.45

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Seydlitz:</i>	2 træffere på <i>Colossus</i>	8.000	19.16

BRITISKE TRÆFFERE 19.00-19.45

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Agincourt:</i>	1 træffer på <i>Markgraf</i>	11.000-15.000	19.06-19.26
	2 træffere på <i>Kaiser</i>		
<i>Marlborough:</i>	3 træffere på		
	<i>Grosser Kurfürst</i>	10.200-10.750	19.12-19.18
<i>Barham:</i>	4 træffere på		
	<i>Grosser Kurfürst</i>	12.000	-
<i>Valiant:</i>	1 træffer på <i>Helgoland</i>	12.000	-
<i>Iron Duke:</i>	1 træffer på <i>König</i>	15.400	19.13-19.18
<i>Revenge:</i>	5 træffere på <i>Derfflinger</i>	8.000-10.000	ca. 19.15
	1 træffer på <i>Von der Tann</i>	8.000-9.000	19.19
<i>Hercules:</i>	2 træffere på <i>Seydlitz</i>	9.000	19.10
<i>Royal Oak:</i>	2 træffere på <i>Derfflinger</i>	10.000-12.000	19.20
	1 træffer på <i>Seydlitz</i>	10.000-12.000	-
<i>Colossus:</i>	5 træffere på <i>Derfflinger</i>	8.000-9.000	19.15-19.20
<i>Collingwood:</i>	1 træffer på <i>Derfflinger</i>	8.000-9.000	-
<i>St. Vincent:</i>	2 træffere på <i>Seydlitz</i>	9.500-10.000	
<i>Bellerophon:</i>	1 træffer på <i>Derfflinger</i>	11.000	-
<i>Monarch/Orion:</i>	5 træffere på <i>Lützow</i>	17.500-19.000	19.15-19.20

KLOKKEN 19.45-21.30

Sidste fase af slaget. De to flåder sejler mod syd, men har pga. tåge kun lejlighedsvis mulighed for at skyde på hinanden.

TYSKE TRÆFFERE 19.45-21.30

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Posen:</i>	1 træffer på <i>Princess Royal</i>	10.000-11.000	20.32

BRITISKE TRÆFFERE 19.45-21.30

Affyrende skib	Mål	Afstand (i yards)	Klokkeslæt
<i>Princess Royal:</i>	2 træffere på <i>Seydlitz</i>	< 10.000	20.24, 20.28
<i>Lion:</i>	1 træffer på <i>Derfflinger</i>	ca. 9.000	20.28
<i>New Zealand:</i>	3 træffere på <i>Seydlitz</i>	9100-9600	ca. 20.31
	1 træffer på <i>Schleswig-Holstein</i>	10.000	20.32
<i>Indomitable:</i>	1 træffer på <i>Pommern</i>	ca. 10.000	20.30

Bilag 2

Afstand (i yards)	Tyske træffere	Britiske træffere
< 10.000	2	29
10.000-13.000	18	30
13.000-16.000	38	13
> 16.000	27	31
I alt	85	103

Tabel 1:

I denne tabel er alle tyske og britiske træffere inddelt efter på hvilken afstand de blev opnået.

Afstand (i yards)	Tyske Slagkrydsere	Tyske Slagskibe	Britiske Slagskibe	Britiske Slagkrydsere	5. Battle Squadron
< 10.000	2	0	16	13	0
10.000-13.000	5	13	16	9	5
13.000 – 16.000	35	3	4	7	2
> 16.000	20	7	5	5	21
I alt	62	23	41	34	28

Tabel 2:

Denne tabel viser, på hvilke afstande henholdsvis de tyske og britiske slagkrydsere og slagskibe opnåede træffere. 5. Slagskibseskadre, der bestod af de mest moderne britiske slagskibe af *Queen Elizabeth*-klassen, er udskilt fra de resterende britiske slagskibe, da de var i kamp i væsentligt længere tid, og alle var udrustet med et Mark IV Dreyerbord samt bedre afstands-målere end de resterende britiske skibe.

Skib	Tunge granater affyret¹⁵⁶	< 10.000	10.000 – 13.000	13.000 – 16.000	> 16.000	I alt
<i>Lützow</i>	ca. 380		3	6	8	17
<i>Derfflinger</i>	385		2	7	5	14
<i>Seydlitz</i>	376	2		2	4	8
<i>Moltke</i>	359			10	2	12
<i>Von der Tann</i>	170			6	1	7
<i>König</i>	167				1	1
<i>Grosser Kurfürst</i>	135					
<i>Markgraf</i>	254		2			2
<i>Kronprinz</i>	144					
<i>Kaiser</i>	224					
<i>Prinzregent Luitpold</i>	169					
<i>Kaiserin</i>	160		1			1
<i>Frederich der Grosse</i>	72					
<i>Ostfriesland</i>	111		2			2
<i>Thüringen</i>	107					
<i>Helgoland</i>	63					
<i>Oldenburg</i>	53					
<i>Nassau</i>	106					
<i>Rheinland</i>	35					
<i>Posen</i>	53		1			1
<i>Westfalen</i>	51					

Tabel 3:

Viser, på hvilke afstande hvert enkelt tysk skib opnåede træffere, samt hvor mange tunge granater hvert skib affyrede. 65 af 85 opnåede træffere kan tilskrives individuelle skibe, og er medtaget i denne tabel.

156 Campbell, p. 348

Skib	Dreyer Bord	Tunge grana- ter af- fyret	Træf- ning på < 10.000	Træf- ning på 10.000 – 13.000	Træf- ning på 13.000 – 16.000	Træf- ning på > 16.000	I alt
<i>Lion</i>	Mark III	326	1	2	2		5
<i>Princess Royal</i>	Mark III	230	2			3	5
<i>Queen Mary</i>	Mark II	150			2	1	3
<i>Tiger</i>	Mark IV	303			2	1	3
<i>New Zealand</i>	Ingen	420	3	1			4
<i>Indefatiga- ble</i>	Mark I	40					
<i>Invincible</i>	Mark I	110	3	1			4
<i>Inflexible</i>	Mark I	88	2	2			4
<i>Indomi- table</i>	Ingen	175	2	3			5
<i>King George V</i>	Mark III	9					
<i>Ajax</i>	Mark II	6					
<i>Centurion</i>	Mark II	19					
<i>Erin</i>	Mark I	0					
<i>Orion</i>	Mark II	51			1	3	4
<i>Monarch</i>	Mark III	53		1		2	3
<i>Conqueror</i>	Mark II	57					
<i>Thunderer</i>	Mark III	37					
<i>Iron Duke</i>	Mark IV	90		7	1		8
<i>Royal Oak</i>	Mark IV*	38		3			3
<i>Superb</i>	Mark I	54					
<i>Canada</i>	Mark IV	42					
<i>Colossus</i>	Mark I	93	5				5
<i>Col- lingwood</i>	Mark I	84	1				1
<i>Neptune</i>	Mark I	48					
<i>St. Vincent</i>	Mark I	98	2				
<i>Marl- borough</i>	Mark I	162		3			3
<i>Revenge</i>	Mark IV*	102	6				6

<i>Hercules</i>	Mark I	98	1				1
<i>Agincourt</i>	Mark I	144		1	2		3
<i>Barham</i>	Mark IV	337		4		5	9
<i>Valiant</i>	Mark IV	288		1		4	5
<i>Warspite</i>	Mark IV	259				2	2
<i>Malaya</i>	Mark IV	215				2	2
<i>Benbov</i>	Mark IV	40					
<i>Bellerophon</i>	Mark I	62		1			1
<i>Temeraire</i>	Mark I	72					
<i>Vanguard</i>	Mark I	80					

Tabel 4:

Viser antal og afstand i yards på hvert enkelt skibs opnåede træffere, hvilken version af Dreyerbordet hvert skib formentligt var udrustet med, samt antal af tunge granater affyret. 91 af 103 træffere kan tilskrives et specifikt skib og er medtaget i tabellen. Oplysningerne om hvilken Mark af Dreyerbordet det enkelte skib havde ombord er taget fra: C.B. 1456 Handbook of Captain F. C. Dreyer's Fire Control Tables.

Dreyer bord	> 10.000	10.000 -13.000	13.000-16.000	< 16.000	I alt
Mark I	14	8	2		24
Mark II			3	4	7
Mark III	3	3	2	5	13
Mark IV/IV*	6	15	3	14	38
Ingen	5	4			9

Tabel 5:

Tabellen viser, hvor mange træffere skibe med de forskellige versioner af Dreyerbordet opnåede, samt på hvilke afstande disse træffere blev opnået. Mark IV og Mark IV* er slået sammen i tabellen, da de teknisk kun afveg fra hinanden i mindre detaljer.

Summary

There is a pronounced tendency in existing literature to describe the British Navy's fire control system during World War One as both more advanced and more capable than the German Navy's system. This tendency is founded in a general lack of understanding of the German fire control system's configuration and capability, as well as a universal positive view on the capability of the British system that is not supported by actual wartime experiences. The aim of this article is to offer an in-depth description of the German Navy's fire control system

during World War One and to evaluate its performance during the war compared to the Royal Navy's system.

In contrast to the British system, the entire German fire control system, with the exception of the rangefinders, was developed and manufactured by a single company: Siemens & Halske. The company was one of the leading and largest electrical manufactures, which meant that it had the development and production capacity to equip and maintain the whole German dreadnought fleet with a uniform and updated fire control system. Relying on only one firm also meant that the different elements of the fire control system were far easier to integrate into a unified system than the different parts of the British system.

A small bureau named Abteilung-S led by the former Prussian reserve artillery officer Dr. August Raps led the development of the German fire-control system. By 1910 the bureau had branch offices at the two major naval bases of Kiel and Wilhelmshaven. The development was characterised by a close cooperation between Dr. Raps, the Reichmarineamt and the gunnery officers of the dreadnought fleet, probably closely facilitated and supported by the Naval Gunnery School in Sonderburg.

The key components of the German system at the battle of Jutland were as follows:

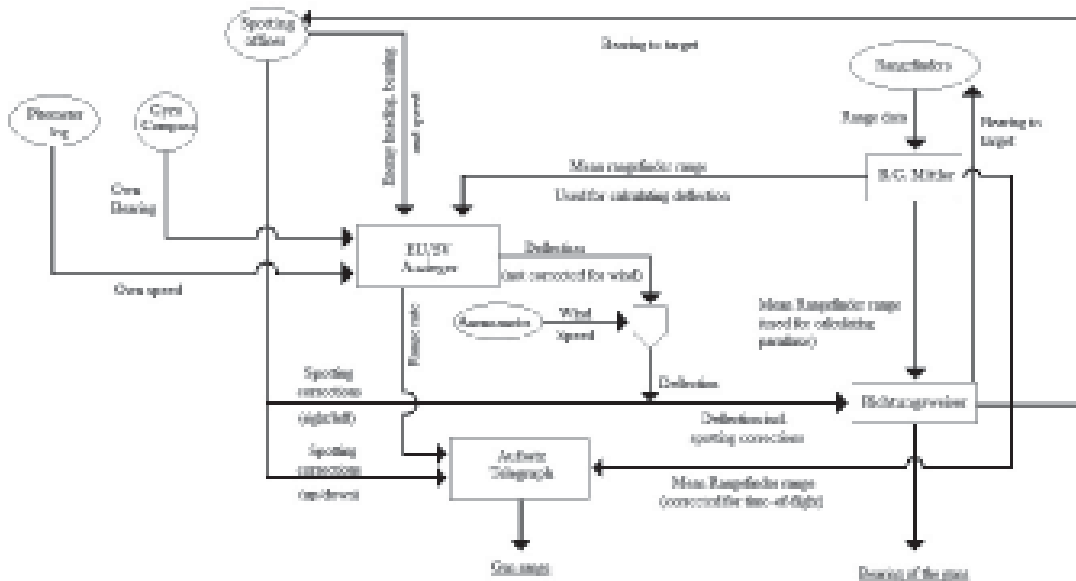
Richtungsweiser: A target designator that allowed the fire control officer to direct the ship's heavy and medium artillery as well as rangefinders and spotters onto the chosen target. The designator automatically compensated for deflection and parallaxes. Four richtungsweiser were placed in the artillerileitstand behind the conning tower, two on the starboard side and two on the port side. One designator on each side was for control of the heavy artillery and one for the medium artillery. Both the heavy and medium artillery could be connected to the same designator, reflecting the German reliance on medium guns in fighting enemy dreadnoughts. In the existing literature the Richtungsweiser has been described as a "*train-only director sight*", thus implying that it was less capable than the British director sight that could handle both training and laying of the guns. This however misidentifies the primary purpose of the German designator, which was not to act as a master gunsight, but to act as the component that integrated the different fire-control sub-systems into one unified system consequently enhancing the combat value of each sub-system.

For night fighting special aiming devices (Zielsäulen) that were simplified, but still intergrated, versions of the Richtungsweiser, were placed on the bridge. These allowed the fire control officer to control the ship's searchlights, spotters and medium guns. This, together with superior night gunnery training and the use of star shells, gave the German High Seas Fleet a marked superiority when fighting in darkness compared with its British counterpart.

Basis Gerät Anlage: It was often called the Mittlungsapparat in British intelligence reports. German dreadnoughts at time of the battle of Jutland would have between six and eight stereoscopic rangefinders with a base length of 3 m. All rangefinders would electro-mechanically send range data to the B.G. Anlage that then automatically and continuously calculated a mean rangefinder range. The utilization of all rangefinders onboard made the calculated rangefinder range vastly more precise than if only one rangefinder was used, since the precision in any measurement increased by the square root of the number of measurements taken. All ships carried reserve B. G. Anlagen to support the engagements of more targets simultaneously.

When it was realized that the speed with which the range pointer on the B. G. Anlage moved was an expression of the range-rate, the B. G. Anlage was further developed into a *Gangmittler* which accurately calculated range-rate on the basis of rangefinder data. This device was able to calculate a range-rate at a target at long range in between three to four minutes. The Gangmittler was not fully developed at the time of the battle of Jutland and was probably never tested in actual combat.

Aufsatz-Telegraphenanlage: A combined range-clock and telegraph. The range to the target as well as range-rate was put on the Aufsatz-Telegraph and it then automatically transferred the gun-range to the sight-setter at the guns.



The diagram shows how the German fire-control system generated range-rate, gun range and deflection (bearing of the gun).

EU/SV-Anzeiger: Calculated range-rate and deflection on the basis of observed data of enemy heading, bearing and speed as well as own bearing and speed. Equivalent of the British Dumaresq.

To evaluate the British and German fire-control systems' performance at the Battle of Jutland it would be natural first to examine how many hits each fleet scored with its heavy artillery during the battle. Using information from N.J.M. Campbell: *Jutland: And Analysis of the Fighting*, it appears that the two fleets scored roughly the same number of hits, 123 British hits compared with 110 German hits. But these numbers do not reveal at what range and conditions these hits were achieved, as range and visibility are key factors when evaluating the quality of fire-control systems. If one analyses the range at which the two fleets achieved hits, a more relevant picture appears. The British fleet achieved 42 % of its hits at ranges above 13,000 yards, where the equivalent German figure is 76 %. On the other hand the British scored 28 % of their hits under 10,000 yards where the Germans only made 2.5 % of their hits under this distance. (See appendix 2 for further statistics). In short the Germans made the majority of their hits at ranges above 13,000 yards, while the British fleet made the majority of their hits under 13,000 yards. Thus the German fleet obtained the majority of its hits at long range where the demands on the fire-control system was greater than at the shorter ranges where the British fleet scored most of its hits. The weather and a difference in visibility and opportunities to engage targets without being effectively engaged oneself together with the relatively small statistical data available combine to mean that these figures are an insufficient basis for concluding that the German fire-control system was superior to the British. But it does unequivocally support the conclusion that the gunnery record at Jutland, the only real test of dreadnought gunnery during the war, in no way supports the view that British fire-control was superior compared to the German. The pronounced tendency in existing literature to describe the British system as more capable than the German system is therefore not supported by actual combat evidence.

Another set of parameters has to be developed to evaluate the two fire-control systems' capabilities. The article therefore evaluated the two fire-control systems on their abilities to measure an accurate rangefinder range and to calculate an accurate range-rate and deflection under battle conditions. This is a reasonable premise for evaluating the two systems because knowing these three values will greatly improve the chances to achieve a hit.

Rangefinder range: There is ample evidence that the British 9 foot rangefinders did not perform satisfactorily during the battle. The reliance on coincidence rangefinders during a high-speed low visibility engagement, inadequate training, longer ranges than expected and no electro-mechanical means to guide rangefinders onto the target are probably some of the explanations behind their poor

performance. In 1919 the Royal Navy concluded that: *Rangefinding (during the battle) ... was again found immeasurably harder than at target practices.*

German rangefinders on the other hand seem to have performed satisfactorily. The different rangefinders on-board *von der Tann* and *Derfflinger* never differed by more than 300 m during the battle and the Captain of *Kronprinz* reported his rangefinders were error-free at 17,000 m. After-action reports show no dissatisfaction with the rangefinders' performance during the battle.

Range-rate: In the German system range-rate was found with the help of the EU/SV-Anzeiger. But on *Derfflinger* and *Von der Tann*, and undoubtedly on other ships to, the gunnery officers confirmed the found range-rate by using rangefinder data to manually calculate a range-rate by recording ranges against time, in essence the same data collection as the British range plot. Gunnery records from these ships show that they used a very accurate range-rate, which attests the rangefinder systems ability to generate an accurate range-rate under actual combat conditions.

The range plot on the Dreyer table on the other hand had great difficulties in generating a range-rate during the battle. In 1919 the Dreyer table committee concluded that "*The measurement of rate of change of range ... by the Range plot is frequently misleading and is not recommended*". The only role the range plot could accomplish was to act as a way to visually estimate the mean rangefinder range. This was a function that the German B. G. Anlage accomplished faster and more accurate. The range plot, the most important part of the Dreyer table, thus failed in accomplishing its purpose under actual combat conditions.

The Range plots' failure led an American officer to conclude that "*In the Battle of Jutland, they (the British) simply set the rate at zero, because they had no idea what it really was*" after a conversation with HMS *Neptune*'s fire-control officer. While this is an overstatement, it is certain that in the cases where British ships used range-rate, the range-rate was found through observed estimations of enemy heading and speed put on the Dumaresq and not through rangefinder data.

Deflection: The unexpected long ranges during which most of the fighting at Jutland took place meant that the 1/4° steps in which the bearing plot on the Dreyer table received bearing data was too large an interval to be used for an accurate bearing plot. The bearing plot could therefore not produce a deflection value. Deflection was instead read of the Dumaresq, just like the Germans used their EU/SV-Anzeiger.

These three factors combined show that the German fire-control system performed better than the British system under actual battle conditions. The only significant part of the British system that was superior to the German system was the Director sight's ability to fire the guns from an elevated position. It was an ability the Germans after the battle tried to emulate with the development of the

Abfeuergerät that would automatically fire all the ship's guns at the right moment, and by moving their fire-control aloft on the fore-mast.

With the Dreyer table the Royal Navy had succeeded in developing a very advanced analog computer but failed in developing a system to provide this computer with sufficient data to function under actual combat conditions. The insufficient dataflow meant that the range-plot could not calculate a range-rate and the bearing plot could not calculate a deflection. Here the German system was superior. Because of the Richtungsweiser the German rangefinder system was a fully integrated part of a fire-control system that could produce accurate rangefinder and range-rate data. The better integrated German system also had a marked superiority in night-fighting and when fighting under other conditions of low visibility. So while the Dreyer table might be more advanced than any sub-component in the German system, the German fire-control system was superior under actual combat conditions in the North Sea.