

Licht in de duisternis

De ontwikkeling van radar en de gevolgen voor het luchtgevecht bij nacht

Yoran Corporaal BA – tweede-luitenant van de Koninklijke Luchtmacht*

In de jaren voor de Tweede wereldoorlog werd gezocht naar een manier om vliegtuigen op grote afstanden te kunnen detecteren. De ontdekking van radar leverde een grote doorbraak op, want vanaf dat moment had de Royal Air Force een betrouwbare *early warning*-capaciteit. Toch bleef het moeilijk om, vanwege het gebrek aan zicht, in de nachtelijke uren onderscheppingen uit te voeren. Om dit probleem op te lossen gingen de conceptuele en technologische ontwikkelingen in de oorlog door en werden verschillende radarsets ontwikkeld voor het gebruik in vliegtuigen. Om optimaal gebruik te maken van de nieuwe capaciteiten kwam er een uitgebreide commandostructuur om de jachtvliegtuigen aan te sturen. Ondanks een moeizame start tijdens de Battle of Britain zorgde de radartechniek er uiteindelijk voor dat de effectiviteit van de Britse nachtjagers tijdens de oorlog sterk toenam.

De Tweede Wereldoorlog is een vruchtbare periode geweest voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën die vandaag de dag vanzelfsprekend zijn. Uitvindingen werden in een hoog tempo doorontwikkeld en verbeterd. Een van de technologieën die vlak voor het begin van de oorlog in Groot-Brittannië ontwikkeld werd was het gebruik van radiogolven om objecten op grote afstand te detecteren, beter bekend als radar.¹ De ontdekking van radar heeft een significante invloed op de luchtoorlog gehad, omdat het mogelijk werd vliegtuigen al vanaf zeer grote afstand waar te nemen. Zodoende konden de eigen jachtvliegtuigen tijdig opstijgen en naar het doel geleid worden. Een vraag die meteen opkomt is welke invloed de ontwikkelingen op het gebied van radar-

technologie hadden op het verloop van de luchtoorlog. Hierbij is het interessant om te onderzoeken welke concepten ontstonden naarmate de techniek van de radar verder ontwikkeld werd, en hoe die techniek de effectiviteit van de Britse nachtjagers beïnvloedde, zeker omdat de huidige wijze van onderscheppen in deze periode haar oorsprong vond.

In dit artikel komen eerst kort de ontwikkelingen vanaf de Eerste Wereldoorlog tot 1940 aan bod. Daarna wordt ingegaan op zowel de ontwikkeling van de radartechnologie op de grond en in de lucht als op de bijbehorende conceptuele ontwikkelingen die belangrijk waren voor de Britse luchtverdediging. Vervolgens wordt aan de hand van cijfermateriaal onderzocht welke invloed deze ontwikkelingen hadden op de effectiviteit van de Britse nachtjagers. In de conclusie volgt een waardering van deze ontwikkelingen.²

Vroege ontwikkelingen

Al voor de Tweede Wereldoorlog werd er volop onderzoek gedaan naar de detectie van vlieg-

* Tweede-luitenant Yoran Corporaal volgt de vaktechnische opleiding tot luchtgevechtsleider. Dit artikel is een bewerking van de bachelorscriptie Krijgswetenschappen die hij in 2020 schreef aan de Faculteit Militaire Wetenschappen van de NLDA.

1 Ian White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959* (Barnsley, Pen & Sword Books, 2007) 5.

2 Vanwege de beperkte tijd die beschikbaar was is er alleen onderzoek gedaan naar de ontwikkelingen aan Britse zijde. Daarnaast is het onderzoek beperkt gebleven tot literatuuronderzoek.



Een Junkers Ju 88 van de Luftwaffe bij de start voor een nachtelijke aanval op Engeland, 1941

FOTO DPA/PICTURE ALLIANCE

tuigen op grotere afstanden. Tijdens de Eerste Wereldoorlog experimenteerden de Britten met zogeheten akoestische spiegels. Door het opvangen en focussen van geluidsgolven konden waarnemers naderende vliegtuigen detecteren voordat deze gezien konden worden.³ Om alle waarnemingen te verwerken en de luchtverdediging aan te sturen werd een centraal commandosysteem opgezet. Waarnemers gaven hun observaties door aan één van de 25 sub-stations. De sub-stations hielden alle waarnemingen binnen hun gebied bij op een grote kaart en gaven deze door aan de centrale commandokamer in Londen. Hier werd alle informatie met gekleurde markeringen op een grote kaart bijgehouden en om de zoveel tijd werd oude informatie verwijderd. De centrale commandokamer gaf informatie over de binnenkomende aanvallen door aan de sub-stations.⁴ Deze centrale opzet had als nadeel dat er een grote vertraging zat tussen de waarneming van een vijandelijk toestel en de reactie hierop vanuit de verdediging.

In 1934 concludeerde de Air Defence of Great Britain (ADGB) dat er een systeem moest komen

dat bommenwerpers op minstens 70 mijl afstand kon detecteren, om de luchtverdediging genoeg tijd te geven om deze te onderscheppen. Dit werd gebaseerd op de tijd die nodig was om de vliegvelden te waarschuwen en de veronderstelling dat vijandelijke vliegtuigen met een snelheid van rond de 250 mijl per uur vlogen op een hoogte van 20.000 voet.⁵ Deze afstand was meer dan drie keer het bereik van de akoestische spiegels en even leek het erop dat er geen mogelijkheid was om een aanval op Groot-Brittannië te onderscheppen. Tegelijkertijd waren er experimenten gaande met radiodetectie en deze trokken de aandacht van het Britse Air Ministry. Uiteindelijk werd het Committee for the Scientific Survey of Air Defence (CSSAD) opgericht, beter bekend als het Tizard Committee, naar Henry Tizard, de wetenschapper die als voorzitter fungeerde.⁶ Begin 1935

- 3 David Zimmerman, *Britain's Shield. Radar and the Defeat of the Luftwaffe* (Stroud, Amberley, 2013) 25.
- 4 Lawrence Holmes, 'The First Blitz. German Air Raids on Great Britain 1914 to 1918', 3. Zie: http://www.roc-heritage.co.uk/uploads/7/6/8/9/7689271/first_bltz.pdf.
- 5 Zimmerman, *Britain's Shield*, 70.
- 6 Bill Gunston, *Night Fighters. A Development and Combat* (Stroud, Sutton Publishing, 2004) 41.



Substations hielden alle waarnemingen binnen hun gebied bij op een grote kaart en gaven deze door aan de centrale commandokamer in Londen

FOTO © IWM

slaagden wetenschappers van de commissie erin een vliegtuig te detecteren door middel van radiogolven.⁷ Bij Orfordness kwam een onderzoekslocatie en aan het einde van het jaar was de techniek ver genoeg ontwikkeld om ook de hoogte en richting van vliegtuigen te kunnen bepalen. Er werd besloten om het onderzoek uit te breiden en over te gaan tot de bouw van vijf radarstations, die in die tijd bekend stonden als RDF (Radio Direction Finding) stations.⁸

Hoewel de grondstations konden waarschuwen voor een op handen zijnde aanval, waren deze niet accuraat genoeg om vliegtuigen naar een doel te begeleiden. Dit gold vooral 's nachts, als het zicht aanzienlijk minder was. Daarnaast

zorgden de lange communicatielijnen van het gecentraliseerde commandosysteem ervoor dat informatie vertraagd bij de vlieger aankwam. Om 's nachts een onderschepping uit te voeren moest een vliegtuig in een gebied tussen de 30 en 50 graden achter een vijand komen, wat niet mogelijk was met de zogeheten *chain home*-radar, want die was alleen nauwkeurig genoeg voor early warning-doeleinden. Overdag was dit voldoende, aangezien de vliegtuigen alleen maar richting hun doel geleid hoefden te worden, waarna de vlieger op zicht de positie van zijn doel bepaalde. 's Nachts ontbrak dit zicht echter en moest de vlieger tot op enkele tientallen meters van zijn doel geleid worden. Om deze problemen te verhelpen was Edward George Bowen met een team begonnen een radar te ontwikkelen die in vliegtuigen geplaatst kon worden. Hierdoor kon de vlieger vertrouwen op eigen waarnemingen die hij direct ter beschik-

7 Zimmerman, *Britain's Shield*, 89.

8 Gunston, *Night Fighters*, 43.

king had. Bowen begon met het plaatsen van de zender op de grond en een ontvanger in het vliegtuig, waardoor niet de hele radarset in het vliegtuig geplaatst hoefde te worden. Het was namelijk niet zeker of dit wel zou werken.⁹ Deze apparatuur werd bekend als RDF 1.5. RDF 1 waren de zogenoemde chain home-radars en RDF 2 zou de versie worden die in zijn geheel in een vliegtuig werd geplaatst. RDF 2 kreeg uiteindelijk de naam AI: Air-to-Air Interception.¹⁰

Naast ontwikkelingen op het gebied van radar werd ook de aansturing van de toestellen verbeterd. Na de oprichting van de ADGB in 1925 werd besloten om het Fighting Area Headquarters te vormen, wat vliegtuigen en andere verdediging binnen de zogeheten Air Fighting Zone moest aansturen. De Air Fighting Zone omvatte Zuidoost-Engeland, opgedeeld in

meerdere sectoren met een eigen *sector control room*, toegewezen squadrons en andere middelen, zoals zoeklichten en luchtafweergeschut. De sector control rooms stonden vervolgens in verbinding met de Fighting Area Headquarters Operations Room. Deze had als functie zowel het verwerken van informatie en inlichtingen als het aansturen van de luchtverdediging. De organisatie van deze operations room was in grote lijnen hetzelfde als die van 1918. Opnieuw was er in het midden van de kamer een grote tafel met een kaart van Zuidoost-Engeland. Om de tafel bevonden zich 15 plotters die elk via een telefoonverbinding in contact stonden met twee of drie sectoren.

⁹ Ibid., 48.

¹⁰ Zimmerman, *Britain's Shield*, 182.

De Fighting Area Headquarters Operations Room verwerkte informatie en inlichtingen en stuurde de luchtverdediging aan

FOTO © IWM



Ondanks de snelle ontwikkelingen in de radartechnologie bleef de kans op een succesvolle onderschepping klein

Daarachter bevond zich het *teller's* platform; hier werd belangrijke informatie van de kaart doorgegeven aan andere hoofdkwartieren. Daarachter bevond zich de *control dias*. Vanuit daar werden opdrachten en orders verstuurd naar de sectoren, vliegvelden en luchtafweer. Een klok, ingedeeld in verschillend gekleurde gedeeltes van vijf minuten en daarbij behorende symbolen op de kaart, maakte zichtbaar welke informatie up-to-date was. Er werd voor gezorgd dat er maar twee kleursymbolen op de kaart stonden, zodat alleen de meest recente informatie beschikbaar was. Daarnaast schreef het personeel overige informatie, zoals de gereedheid van vliegtuigen, op krijtborden langs de muren.¹¹

Naast de commandocentra werd ook de radio-communicatie verbeterd. In 1932 kwam de TR9-radio, die een bereik had van 35 mijl vanaf de grond en 5 mijl tussen twee vliegtuigen.¹² Ondanks de snelle ontwikkelingen in deze jaren bleef de kans op een succesvolle onderschepping in de praktijk klein. Dit kwam onder meer door de vertraging die optrad bij het verwerken van de waarnemingen en het doorgeven van de positie van het doel aan de vlieger. Daarnaast was het bereik van de radar op lage hoogtes sterk verminderd.

Moeizame start

De eerste radar die de technici in vliegtuigen inbouwden, de AI-sets – respectievelijk Mk. I en Mk. II – presteerden zo slecht dat ze alleen voor trainingsdoeleinden bruikbaar waren.¹³ De eerste operationele versie die werd gebruikt toen de oorlog uitbrak was de Mk. III. De Mk. III-variant presteerde beter, maar een grote stijging van het aantal onderscheppingen bleef uit, wat in een aantal gevallen ook te wijten was aan de ondermaatse prestaties van de gebruikte toestellen, de Bristol Blenheim.¹⁴

Naast tekortkomingen op materieel gebied waren er andere problemen. Zo was er een tekort aan geschoold onderhoudspersoneel en waren er niet genoeg radaroperators. Deze waren noodzakelijk omdat de vlieger naast het vliegen niet ook nog de radar kon bedienen. Veel personeel dat zich vrijwillig aanmeldde bleek ongeschikt om deze taak uit te voeren vanwege de kwetsbaarheid van de radarapparatuur. Het werken met deze apparatuur vereiste nauwkeurigheid en voorzichtigheid van zowel de vlieger als de radar-operator, omdat de techniek niet goed bestand was tegen harde schokken en onjuiste handelingen. Ondanks de beslissing om ook leraren te accepteren bleven er tekorten. Daarnaast werd veel personeel luchtziek als ze tijdens het vliegen constant op het scherm moesten kijken. Ook de beslissing om de training te verkorten van vier naar twee weken kon dit niet verhelpen, en daarnaast had dit ook andere negatieve effecten. Om dit probleem op te lossen werd de Operational Training Unit (OTU) opgericht, met No. 54 OTU in november 1940.¹⁵ Hierdoor ontstond een gestandaardiseerde methode voor de selectie en opleiding van nachtjagerbemanningen.

Een ander probleem was dat de grote hoeveelheden vliegtuigen het systeem overbelastten. Het systeem moest namelijk twee verschillende taken uitvoeren: early warning en het begeleiden van onderscheppingen. Om dit te verhelpen werd besloten om grote aanvallen als een eenheid te behandelen, en niet elk vliegtuig apart. Hierdoor hoefde het personeel niet van elk vliegtuig de exacte positie bij te houden, wat de werkdruk verminderde.

11 Randall DeGering, *The RAF's Fighter Control System* (Maxwell Air Force Base, Air University Press, 2018) 32.

12 Zie ook: 'Wireless Equipment, Transmitter Receiver Type TR 9D, British', Imperial War Museums: <https://www.iwm.org.uk/collections/item/object/30005781>.

13 Gunston, *Night Fighters*, 38.

14 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 47.

15 *Ibid.*, 47

In de lente en zomer van 1940 ondernam de Luftwaffe weinig nachtaanvallen, waardoor er weinig onderscheppingen waren. Op 22 juli werd de eerste onderschepping met AI uitgevoerd, en op 17 augustus de tweede. In september werd er geen enkel vijandelijk toestel neergehaald met AI. Aan het einde van de Battle of Britain, rond september 1940, verlegde de Luftwaffe haar focus richting nachtbombardementen, die grote schade veroorzaakten aan Britse steden.¹⁶ Het gebruik van AI-radar in combinatie met de grondstations en zoeklichten van het lucht-afweergeschut leidde tot enkele succesvolle onderscheppingen, maar de tegenvallende prestaties van de Blenheim resulteerden in weinig neergehaalde bommenwerpers.¹⁷ In december verloor de Luftwaffe meer vliegtuigen aan ongelukken dan aan onderscheppingen door nachtjagers. In totaal haalden deze vier bommenwerpers neer, waarbij niet één keer gebruik was gemaakt van AI.¹⁸ Bowen had inmiddels het onderzoeksteam verlaten en was samen met Tizard vertrokken naar de Verenigde Staten om daar te assisteren bij de ontwikkeling van radar.

Ondertussen ging de ontwikkeling van AI Mk.IV verder. Dat systeem had een groter maximum en een kleiner minimum bereik en interfereerde niet met de radiosignalen, zoals de voorgaande systemen wel deden.¹⁹ Daarnaast deed ook een nieuw vliegtuigtype, de speciaal als nachtjager ontworpen Bristol Beaufighter, zijn intrede.

Deze was, door zijn hogere snelheid en zwaardere bewapening, veel geschikter als nachtjager dan de Blenheim.²⁰ Hoewel AI Mk.IV beter presteerde dan zijn voorgangers, kwam het vaak voor dat een vliegtuig begon te slingeren als het dicht bij een doelwit kwam. Dit kwam doordat er een vertraging zat tussen de commando's die de radaroperator gaf en het uitvoeren door de vlieger.²¹ Hierop werd besloten een instrument voor de vlieger te ontwikkelen waarop deze direct de informatie over de positie van het doelwit te zien kreeg. De eerste varianten van die instrumenten kregen de naam AI Mk.IVA, verbeterde productievarianten kregen de naam AI Mk.V.

Verbetering van het systeem

In juni 1940 kwamen er richtlijnen voor een nieuw type radar, de zogenoemde Ground-Controlled Intercept (GCI)-radar. Deze moest gebruik maken van een golflengte van 1,5 meter, en een bereik hebben van 50 mijl.²²

16 Vincent Orange, *Dowding of Fighter Command. Victor of the Battle of Britain* (Londen, Grub Street, 2008) 214.

17 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 60.

18 Ibid., 70.

19 Ibid., 59.

20 Gunston, *Night Fighters*, 62.

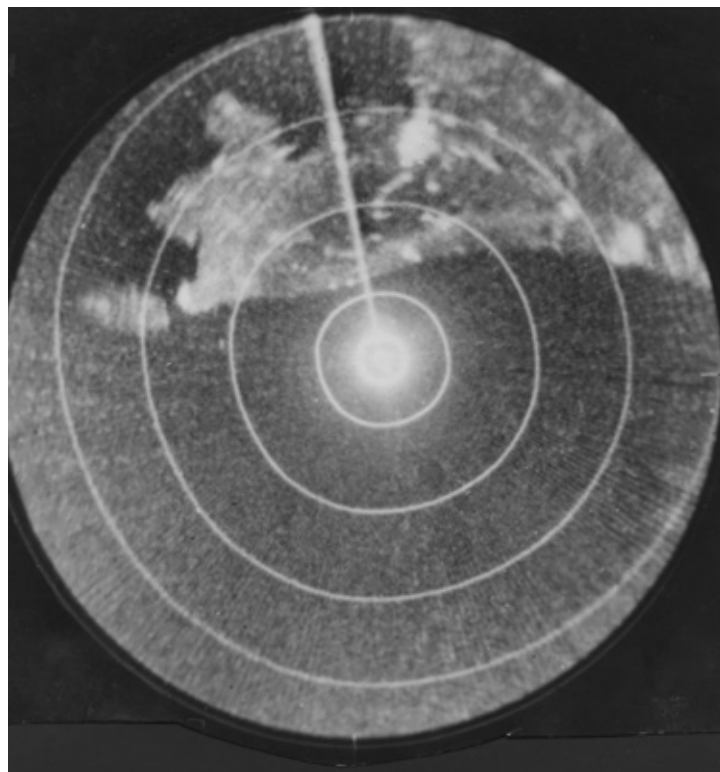
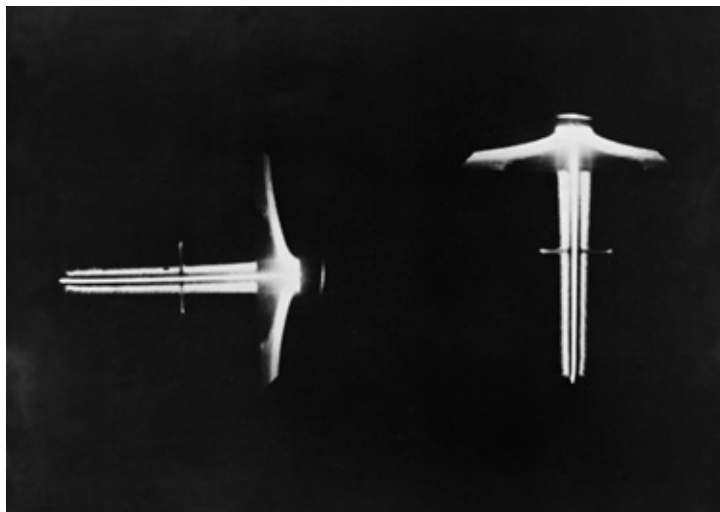
21 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 92.

22 Ibid, 63.

Een grote stijging van het aantal onderscheppingen bleef onder meer uit door de ondermaatse prestaties van de Bristol Blenheim

FOTO © IWM





Boven het radarbeeld tot AI Mk. V, waarbij hoogte en positie van het doelwit links of rechts van het vliegtuig apart worden aangegeven. Beide schalen geven de afstand weer. De grote echo's worden door de grond veroorzaakt. Onder het PPI-scherm

FOTO © SOLID

Daarnaast moest deze hoogte en koers kunnen bepalen, IFF-capaciteit (Identification Friend or Foe) hebben en gebruik maken van het Plan Position Indicator (PPI)-scherm. Dit scherm plaatst de radar in het midden, met daaromheen een cirkel die het bereik visualiseert. Gedetecteerde vliegtuigen verschijnen als punt in de cirkel en zo kunnen afstand en koers eenvoudig bepaald worden. Dit type scherm is in grote lijnen gelijk aan de huidige radar-schermen. Het verschil tussen het PPI-scherm en de eerdere types is te zien in de onderstaande afbeeldingen.

Door middel van radiosignalen werden vliegtuigen ondervraagd vanaf de grondstations en als ze de juiste IFF-apparatuur hadden stuurden ze een signaal terug, waardoor het grondstation kon zien dat het een niet- vijandelijk vliegtuig was. Dit voorkwam onderscheppingen op eigen vliegtuigen. Vanaf januari 1941 werden er meer succesvolle onderscheppingen uitgevoerd, mede dankzij de introductie van GCI, de Bristol Beaufighter, betere aansturing vanaf de grond en beter getraind personeel. Ondertussen was ook AI Mk. IV geïntroduceerd, met een bereik tussen de 400 voet en 3,5 mijl.²³ In februari 1941 vlogen nachtjagers 568 sorties. 421 werden gevlogen door eenmotorige toestellen zonder radar en 147 door toestellen met AI. Er werd 55 keer contact gemaakt en uiteindelijk werden er vier toestellen neergehaald. In maart gingen deze aantallen verder omhoog naar 1005 sorties en 22 neergehaalde toestellen.²⁴ Hier bleek dat de eenmotorige toestellen zonder radar, onder de juiste omstandigheden en met goede GCI-aansturing, een effectieve bijdrage konden leveren. De introductie van IFF maakte het voor de GCI-controller makkelijker om eigen toestellen te identificeren. In april verloor de Luftwaffe 48 toestellen aan de nachtjagers; in mei waren dat er 96,²⁵ het hoogste aantal dat in de oorlog gehaald zou worden. Ter voorbereiding van operatie Barbarossa, de Duitse inval in de Sovjet-Unie, werden na mei de meeste Duitse bommenwerpers verplaatst naar het oosten, waarmee een einde kwam aan de grootschalige nachtelijke bombardementen op Engeland. Tabel 1 toont de oplopende verliezen van de Luftwaffe.

²³ Air Ministry, Air Publication AP1093D, *Introductory survey of radar part II* (1946).

²⁴ White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 79.

²⁵ *Ibid.*, 86

Maand	Sorties	Aantal gedetecteerde toestellen	Verliezen	Percentage
1940				
november	5493	-	2	0,036
december	3585	-	4	0,112
1941				
januari	1965	78	3	0,153
februari	1225	58	4	0,327
maart	3510	149	22	0,627
april	4835	172	48,5	1,003
mei	4055	371	96	2,367

Tabel 1 Verliezen van de Luftwaffe tijdens nachtelijke bombardementen (Bron: Ian White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, blz. 79) (april 1941 bevat een geclaimde, maar niet bevestigde onderschepping)

De komst van de GCI-radars leidde tot de ontwikkeling van een nieuwe tactiek om onderscheppingen uit te voeren. Hierbij stond de *sector controller* in direct contact met de nachtjager, die na het opstijgen in een circuit ging vliegen. Informatie over de bommenwerpers die door de CH-stations werden gedetecteerd werd doorgestuurd naar de sector operations room, die vervolgens de juiste koers door gaf aan de nachtjager om deze in een geschikte positie te brengen. Vervolgens nam de GCI-controller de aansturing van de nachtjager over en werd gecontroleerd of er geen IFF-antwoord van het doelwit kwam. Daarna stuurde de GCI-controller de nachtjager via een aantal precieze stuur aanwijzingen (vectoren) richting het doel, tot de radaroperator het doel detecteerde op de AI en aanwijzingen kon geven aan de vlieger tot die visueel contact maakte. Deze methode bleef nagenoeg gelijk gedurende de oorlog.²⁶

GCI-controllers werden geselecteerd uit sector controllers die al ervaring hadden met het aansturen van vliegtuigen via radio. De GCI-radars werden ook gebruikt om eenmotorige jagers richting groepen bommenwerpers te sturen, zodat ze vervolgens visueel contact konden maken. Natuurkundige Robert Hanbury Brown had inmiddels een methode ontwikkeld om succesvol zichtcontact te maken zonder te gaan slingeren. De nachtjagers moesten op 2500 voet afstand van het doelwit koerscorrecties maken om achter de vijand te komen. Als dit het geval was kon de nachtjager langzaam dichterbij komen zonder van koers te veranderen.

Vervolgens zou de AI moeten worden gebruikt om de vlieger te vertellen waar het doelwit zich bevond in relatie tot de nachtjager. Als de vlieger geen zichtcontact kon maken, moest de afstand weer vergroot worden tot 2500 voet en moest hij de procedure herhalen.²⁷

Omdat de GCI-radaroperators maar één nachtjager tegelijkertijd konden aansturen, werd een systeem bedacht om overbelasting te voorkomen. Dit zogeheten Smack-systeem kwam er in 1942. Hierbij stonden de zoeklichten in een aantal *fighter boxes*, die zich voor het luchtafweergeschut rondom belangrijke doelen bevonden. In het midden van de box stond een verticaal schijnend zoeklicht waar een nachtjager omheen vloog. De eerste 12 mijl van de box heette de *indicator zone*. Als een vijandelijk vliegtuig de box invloog werd het zoeklicht daarheen gericht en kon de nachtjager dat volgen om bij het doelwit te komen. Na de indicator zone kwam het vliegtuig in de *killing zone*, waar zoeklichten het continu belichtten, zodat het onderschept kon worden. Als een nachtjager was uitgerust met AI kon de vlieger opdracht geven om de zoeklichten te doven en met behulp van AI de onderschepping te voltooien. Als die niet was gelukt voor het einde van de killing zone was bereikt, moest de nachtjager de onderschepping afbreken en overlaten aan het luchtafweergeschut.²⁸

26 DeGering, *The RAF's Fighter Control System*, 44.

27 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 92.

28 Alfred Price, *Blitz on Britain 1939-45* (Stroud, Sutton, 2000) 140.

Maand (1944)	Duitse sorties	Duitse verliezen	Percentage
januari	732	57	7,88
februari	1386	72	5,2
maart	909	75	8,3
april	862	75	8,7
mei	380	50	10

Tabel 2 Duitse verliezen tijdens operatie Steinbock (Bron: Anthony Robinson, *Nightfighter. A Concise History of Nightfighting since 1914*, 97)

Dit systeem bleef samen met GCI de belangrijkste aanstuuringsmethode van de nachtjagers.

Op 23 april 1942 begon de Luftwaffe met een nieuwe serie aanvallen, de Baedeker Raids.²⁹ De eerste paar weken onderschepten de Britten weinig bommenwerpers; pas vanaf mei werden enige successen behaald. De laagvliegende vliegtuigen bleken moeilijk te detecteren voor de AI- en GCI-radars. Nieuwe tactieken werden getest, maar bleken nauwelijks effect te hebben. Uiteindelijk wist de RAF tussen april en oktober 40 bommenwerpers neer te halen.³⁰ De detectie op lage hoogte verbeterde met de introductie van de centimeter-bandradar. Op 5 juni 1942 werd de eerste succesvolle onderschepping met AI Mk. VII uitgevoerd.³¹ AI Mk. VII bleek zeer geschikt om laagvliegende vliegtuigen te detecteren en had een bereik tussen de 400 voet en 3 mijl.³² In totaal werden iets meer dan honderd vliegtuigen neergehaald met behulp van AI Mk. VII.³³

Eind 1942 werd de Mk. VIII A-variant geïntroduceerd, met een maximumbereik van 5 mijl³⁴

en IFF. Het display was voorzien van meerdere schaalgroottes, wat nauwkeurigere onderscheppingen op korte afstanden mogelijk maakte.³⁵ Op 20 januari 1943 werd het eerste vijandelijke toestel neergehaald met AI Mk. VIII A.³⁶ De introductie van de AI Mk. X-radar verminderde ook de gevoeligheid voor jammen met *window*. Window was de voorloper van het huidige *chaff* en bestond uit kleine metaalstrips die vliegtuigen uitwierpen. Dit zorgde voor verblinding van de radars.³⁷ De RAF durfde tot de introductie van centimeter-radar geen *window* te gebruiken uit angst dat de Luftwaffe dit zou kopiëren. De centimeter-radar was minder gevoelig voor *window*, waardoor eventueel gebruik door de Luftwaffe weinig effectief zou zijn.³⁸ Daarnaast had AI Mk. X een groter bereik, tot 6 mijl.³⁹ In februari 1944 werd er 60 keer contact gemaakt met vijandelijke vliegtuigen, waarvan er zeven werden neergeschoten. Dit lage aantal was te wijten aan de snelheid en manoeuvreerbaarheid van de Focke-Wulf Fw-190 jachtbommenwerpers. Zowel voor AI Mk. VIII als Mk. X lag het aantal succesvolle onderscheppingen op 12 procent.⁴⁰ In januari 1944 voerde de Luftwaffe opnieuw een serie bombardementen uit onder de naam Steinbock. Deze bombardementen hadden Londen als doelwit. Tijdens de eerste reeks aanvallen op 21 januari vloog de RAF 96 sorties en haalde daarbij zestien bommenwerpers neer. In totaal verloor de Luftwaffe 43 toestellen door verschillende oorzaken, wat overeenkomt met 9,6 procent.⁴¹ Tabel 2 laat zien dat het aantal neergehaalde Duitse vliegtuigen tijdens operatie Steinbock begin 1944 vele malen hoger lag dan in 1940-1941. Dit wijst op een toegenomen effectiviteit van de nachtjagers. Tijdens operatie Overlord in juni 1944 verdedigden de nachtjagers

29 Ibid., 143.

30 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 122.

31 Ibid., 147.

32 Air Ministry, Air Publication AP1093D, *Introductory survey of radar part II* (1946).

33 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 148.

34 Ibid., 260.

35 Ibid., 150.

36 Ibid., 152.

37 Met de ontwikkeling van radar ontstond ook een wapenwedloop op het gebied van elektronische oorlogvoering tussen Duitsland en Engeland. Dit artikel beperkt zich tot de ontwikkelingen aan Britse zijde.

38 Ibid., 170.

39 Air Ministry, Air Publication AP1093D, *Introductory survey of radar part II* (1946).

40 White, *History of the Air Intercept Radar and the British Nightfighter 1935-1959*, 148.

41 Ibid., 181.

de stranden en de vloot tegen aanvallen van de Luftwaffe. Eind juni hadden de nachtjagers 62 vijandelijke vliegtuigen uitgeschakeld.⁴²

Conclusie

Technologische ontwikkelingen op het gebied van radar hebben een aantoonbaar positieve bijdrage geleverd aan de effectiviteit van de Britse nachtjagers gedurende de periode 1940-1945. De radarsystemen maakten een snelle ontwikkeling door en werden steeds beter. De eerste radarsets, AI Mk. I en Mk. II, bleken nog niet geschikt voor operationeel gebruik vanwege de vele tekortkomingen, zoals een slecht bereik en een lage nauwkeurigheid. Als gevolg hiervan werden er dan ook geen onderscheppingen met behulp van deze systemen uitgevoerd. AI Mk. III was het eerste operationele systeem en hoewel de prestaties nog steeds tegenvielen, werden hiermee wel de eerste onderscheppingen uitgevoerd. De komst van de GCI-grondstations in december 1940 leidde pas tot een significante stijging van het aantal onderscheppingen. GCI-radars gaven een veel duidelijker beeld voor de controller, waardoor het makkelijker was om vliegers naar hun doel te leiden. Met de introductie van AI Mk. IV gingen de aantallen onderschepte vliegtuigen in de eerste maanden van 1941 omhoog. De implementatie van IFF maakte het eenvoudiger om eigen toestellen te identificeren, wat sneller duidelijk maakte welke vliegtuigen vijandelijk waren. Tactieken waarmee de Luftwaffe reageerde op de verbeterde radarsystemen, zoals het laag over zee vliegen, werden tegengegaan door de ontwikkeling van centimeter-bandradar. De AI Mk. VIII en Mk. X beschikten over een groter bereik en hogere nauwkeurigheid dan hun voorgangers.

De implementatie van de nieuwe radartechnologie in de doctrines, concepten en methodes had een positieve invloed op de effectiviteit van de nachtjagers. De komst van radar vroeg immers om een nieuwe manier van onderscheppen. Tegelijkertijd moesten de *special signals sections* zorgen voor een betere implementatie van AI binnen de squadrons door directe samenwerking tussen wetenschappers, radarexperts, onder-

houdspersoneel en radarcontrollers. Overbelasting van de radarstations was te voorkomen door grote groepen vijandelijke vliegtuigen als een eenheid te beschouwen. De GCI-radar leidde tot de ontwikkeling van het begeleiden door middel van vectoren. Het in 1942 geïntroduceerde Smack-systeem moest zorgen voor verdere ontlasting van de GCI-stations.

De combinatie van technologische vooruitgang en bijbehorende concepten en methodes zorgde ervoor dat radar tijdens de oorlog een significante bijdrage leverde aan de effectiviteit van nachtjagers. In deze periode ontstond de moderne manier van onderscheppen. Zo wordt de PPI nog steeds gebruikt, net als andere technologie die in die tijd ontdekt is en de basis heeft gevormd voor de moderne radarsystemen. Ook de methodes en concepten hebben een duidelijke invloed gehad op de huidige luchtgevechtsleiding. Zo is het nog steeds belangrijk dat een vlieger naar zijn doel wordt geleid om uiteindelijk een visuele identificatie te kunnen doen en dit gebeurt nog steeds aan de hand van vectoren. Ook de centrale aansturing vindt net als in de Tweede Wereldoorlog plaats vanuit de Control and Reporting Centers (CRC's), zoals die in Nieuw-Milligen. ■

FOTO: MCD, HANS ROGGEN



Luchtgevechtsleiding Nieuw Milligen: de invloed van radartechnologie, concepten en methodes uit de Tweede Wereldoorlog op de manier van het onderscheppen van vliegtuigen werkt ook in deze tijd nog door

42 Anthony Robinson, *Nightfighter. A Concise History of Nightfighting since 1914* (Londen, Ian Allan Ltd, 1988) 185.