

Proefsleuven-
onderzoek
Compenseerschijf
vliegveld Twenthe

OM-nummer
3301149100

Rapport
777

Proefsleuven-
onderzoek
Compenseerschijf
vliegveld Twenthe

R. Nillesen en A.M. Roding

OM-nummer

3301149100

Archeodienst

Rapport

777

Proefsleuven-onderzoek Compenseerschijf vliegveld Twenthe

Auteur: R. Nillesen en A.M. Roding

Met bijdragen van:

Archeodienst rapportnummer 777

ISSN nummer: 1877-2900

Versienummer: 1.3

OM-nummer: 3301149100

Gemeente: Enschede

Opdrachtgever: Area Development Twente

Redactie: A.F. Loonen

Eindredacteur: W.S. van de Graaf

Determinatie vondsten: /

Foto's en tekeningen: Archeodienst BV, tenzij anders aangegeven

Plaats: Zevenaar

Foto omslag: n.v.t.

Autorisatie: Willem-Simon van de Graaf
26-11-2015



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder bronvermelding. Archeodienst BV aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit onderhavig onderzoek of de gegeven adviezen.

Bij het archeologische onderzoek van de compenseerschijf op vliegbasis Twenthe te Enschede is vastgesteld dat een deel van de oorspronkelijke elementen waaruit de compenseerschijf bestond, nog *in situ* aanwezig zijn. Het betreft de ondergrondse elementen, namelijk de betonnen schijf met een diameter van ca. 15,75 m en het geprofileerde aslager met een diameter van 2,2 m. De bovengrondse, hoogstwaarschijnlijk houten constructiedelen zijn niet meer aanwezig. Evenmin zijn bij het schoonmaken van het aslager (s2) relevante houten constructiedelen gevonden. Wel zijn glazen kogels met een diameter van 6 cm gevonden, die als lagerkogels gebruikt moeten zijn in de compenseerinstallatie.

In de aangelegde proefsleuven zijn geen sporen waargenomen die in relatie staan met de compenseerschijf. De kompasroos, die op enkele meters van de betonnen plaat werd verwacht is niet aangetroffen. Wel is er een fragment van een metalen plaatje met een gradenaanduiding gevonden dat overeenkomt met de platen die in de compenseerschijf van Deelen gebruikt zijn. Deze vondst wijst er, net als de luchtfoto uit de Tweede Wereldoorlog erop dat de kompasroos daadwerkelijk bestaan heeft. De drainagebuizen die in elke werkput aanwezig zijn, dateren uit de jaren '20 of '30 van de 20^e eeuw.

Er is een poging tot een reconstructie van de werking van de installatie gedaan (Bijlage 4).

De compenseerschijf is behoudenswaardig. Archeodienst beveelt aan de constructie te behouden en in de toekomst voor publiek toegankelijk te maken en te voorzien van een informatiebord.

Samenvatting	3
1 Inleiding	7
2 Vooronderzoek	9
2.1 De geschiedenis van Vliegveld Twenthe	9
2.1.1 Het begin	9
2.1.2 Twente wordt een militair vliegveld	11
2.1.3 Twente wordt operationeel	12
2.1.4 Na de oorlog	12
2.2 Specifiek element WOII: 'Navigationswaage' of kompascompenseerschijf	13
2.3 Verwachting op basis van het vooronderzoek	15
3 Doelstelling	17
3.1 Onderzoeksvragen	17
4 Onderzoeksstrategie	19
4.1 Strategie	19
4.2 Werkwijze	20
4.3 Fysische Geografie	20
5 Resultaten archeologisch onderzoek	21
5.1 Sporen en structuren	21
5.2 Vondsten	26
6 Conclusie	29
6.1 Reconstructie	29
6.2 Waardering van de vindplaats	30
6.2.1 Toelichting op de waardering	30
6.3 Aanbeveling	31
6.4 Beantwoording van de onderzoeksvragen	31
6.5 Voorbehoud	32
Literatuur	33
Lijst van afkortingen	34
Verklarende woordenlijst	34
Lijst van afbeeldingen	35
Lijst van tabellen	36
Lijst van bijlagen	36

Administratieve gegevens

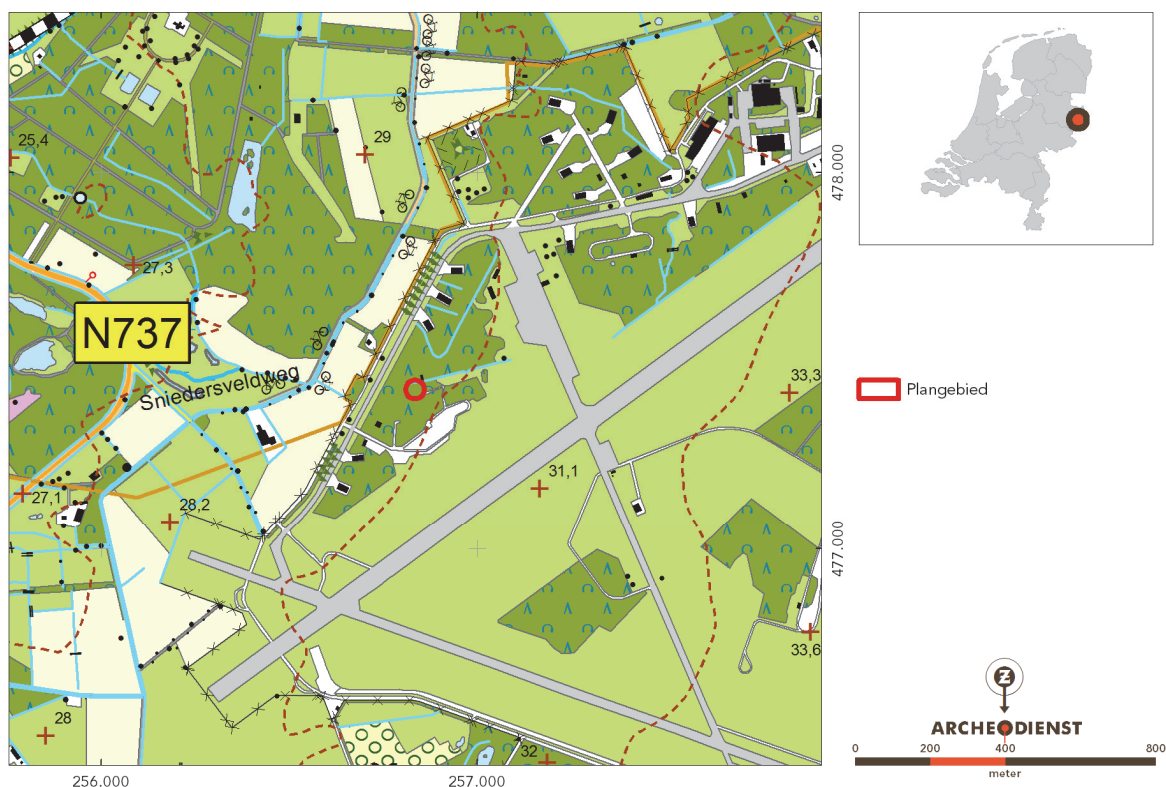
OM-nummer	3301149100
provincie	Overijssel
gemeente	Enschede
plaats	Enschede
toponiem	Vliegbasis Twenthe
type project	Inventariserend Veldonderzoek, waarderende fase (proefsleuven, IVO-P)
opdrachtgever	Area Development Twente
contactpersoon opdrachtgever	M. Kormelink
uitvoerder	Archeodienst BV
bevoegd gezag	Gemeente Enschede
deskundige namens bevoegd gezag	J.A.M. Oude Rengerink
beheer en plaats documentatie	Zevenaar
geografische positie (x-y)	Centrum (x) 256860 - (y) 477450
uitvoeringsperiode	14 oktober 2015
oppervlakte onderzoeksgebied	Ca. 1.250 m ²



Afbeelding 0.1.1 | Het plangebied bij aanvang van de werkzaamheden (foto genomen in noordwestelijke richting).

In opdracht van Area Development Twente heeft archeologisch onderzoeksbureau Archeodienst BV een proefsleuvenonderzoek (Inventariserend Veldonderzoek, waarderende fase (IVO-P)) uitgevoerd in het plangebied op de vliegbasis Twenthe te Enschede (gemeente Enschede, Afbeelding 1.1).

Het onderzoek is uitgevoerd omdat de compenseerschijf zich in een gebied bevindt dat in de structuurvisie bestemd is voor de ontwikkeling van luchthaven gerelateerde bedrijvigheid (Oude Rengerink 2015). Al is nog niet duidelijk hoe het gebied ingericht gaat worden, gezien de ligging binnen de toekomstige bedrijvenzone is het mogelijk dat het object verloren kan gaan.

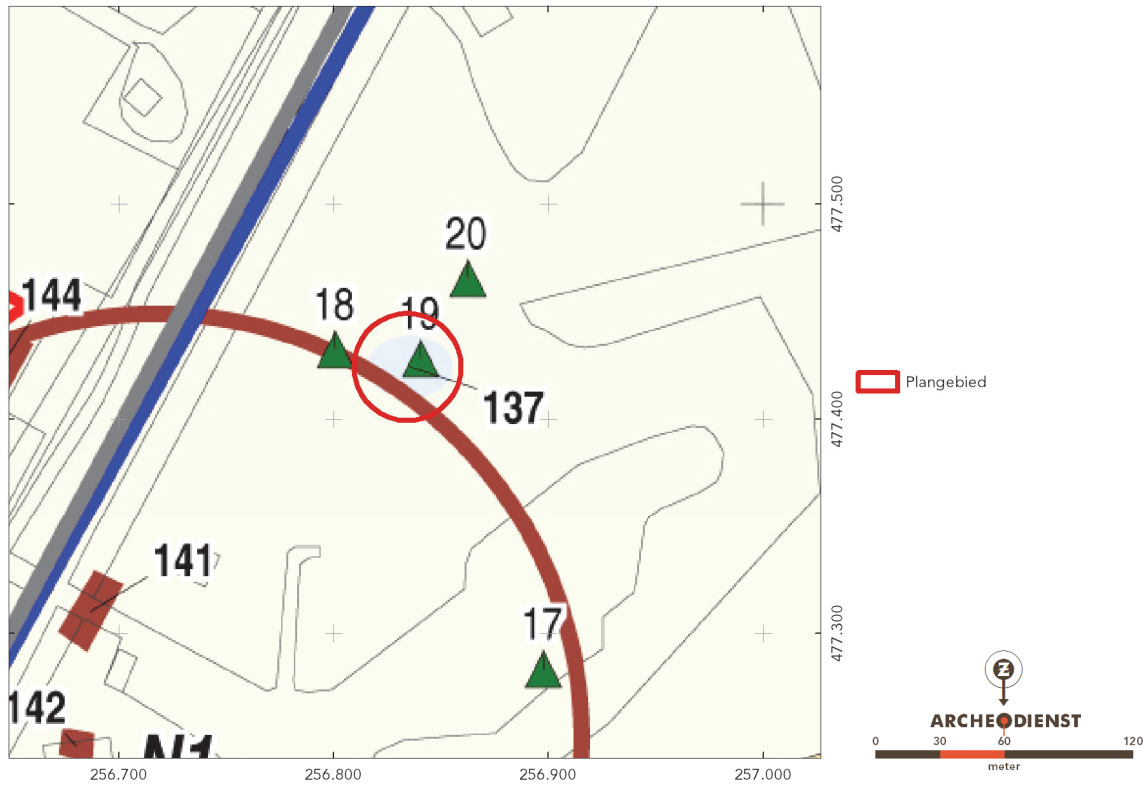


Afbeelding 1.1 | Situering van het plangebied op de topografische kaart.

Binnen het gebied van Vliegveld Twenthe liggen meerdere objecten en structuren die uit de periode van WOII dateren. In 2011 is door RAAP een uitgebreide inventarisatie van zichtbare en te verwachten WOII objecten uitgevoerd (Boshoven e.a. 2012). Eén van de meest bijzondere en ook zeldzame objecten blijkt een ronde betonnen plaat te zijn die het resterende deel van een zogenaamde compenseerschijf vormt. Het gaat om een door de Duitsers aangelegde *Navigationsdrehscheibe* of *Navigationswaage*, een mechanisme voor het ijken van vliegtuigkompassen. De compenseerschijf wordt als een waardevol cultuurhistorisch object gezien (Boshoven 2012, objectnummer 137, Afbeelding 1.2). Het draaiende gedeelte van het mechanisme, alsook een eventuele aanwezige kompasroos buiten de betonnen schijf, waren niet zichtbaar aan het maaiveld. Om de aanwezigheid van een kompasroos te controleren en de mechanische constructie van de compenseerschijf te achterhalen, diende onderhavig proefsleuvenonderzoek uitgevoerd worden.

Het veldwerk vond plaats op 14 oktober 2015. De wetenschappelijke en dagelijkse leiding was in handen van drs. Willem-Simon van de Graaf. Ondersteuning in het veld werd geleverd door drs. Ruud Nillesen en Adrie Roding. Het grondverzet werd uitgevoerd door de firma Meenderink uit Deurningen.

Een overzicht van de aangelegde sleuven geeft Bijlage 1. Afkortingen en jargon worden achter in het rapport uitgelegd.



Afbeelding 1.2 | Het plangebied op de objectenkaart van RAAP (Boshoven et al. 2012).

De tekst uit deze paragraaf is ontleend aan het Programma van Eisen (Oude Rengerink 2015) en de gebiedsinventarisatie die door RAAP is uitgevoerd (Boshoven et al. 2012).

Het onderzoeksobject ligt in een dekzandgebied dat in het midden en het einde van de laatste ijstijd is ontstaan op oudere fluvioglaciale smeltwaterafzettingen. Van nature zullen er waarschijnlijk podzolbodems zijn ontstaan (veldpodzolen). Mogelijk zijn er in de Nieuwe tijd door de aanleg van akkerpercelen bouwlanddekken ontstaan.

2.1 De geschiedenis van Vliegveld Twenthe

Adrie Roding

2.1.1 Het begin

Vanaf begin 1920 dateren plannen om te komen tot een luchtvaartterrein in Twente. Men besluit hiervoor tot gezamenlijke bestuurlijke samenwerking binnen de driehoek Enschede, Hengelo en Oldenzaal. Er worden potentieel geschikte terreinen onderzocht, echter bleken de verwervingskosten op dat moment te hoog. Mede onder invloed van de zich inmiddels aandienende crisis wordt besloten deze zaak voorlopig te laten rusten.

In 1925 wordt naar goed Nederlands gebruik een vliegveldcommissie in het leven geroepen, waarin naast de burgemeesters van Enschede, Lonneker, Oldenzaal en Hengelo ook de heer Plesman, oprichter van de KLM, zitting neemt. Men komt tot een keuze voor een terrein met een oppervlakte van 64 ha. Er wordt besloten tot de oprichting van de Naamloze Vennootschap Luchtvaartterrein Twente en er wordt op basis daarvan een verdeelsleutel vastgesteld hoeveel aandelen iedere gemeente zal gaan afnemen ter verkrijging van voldoende startkapitaal.

Half januari 1930 wordt begonnen met de aanleg van het vliegveld door de Nederlandse Heidemaatschappij. Een oppervlakte van 760x900 meter wordt geëgaliseerd en vervolgens ingezaaid.

Op 17 juli vindt daarop een eerste landing plaats van een Fokker F-VIIa van de KLM ("Reiger"; Afbeelding 2.1) om vervolgens een aantal lokale bestuurders, alsmede die van de NV, een heuse luchtdoop te bezorgen. Op 31 augustus 1931 vindt vervolgens in aanwezigheid van ca. 30.000 mensen de opening van het veld plaats, gevolgd door een feestweek met allerlei (vlieg)demonstraties (Afbeelding 2.2)



Afbeelding 2.1 | Het KLM vliegtuig 'Reiger' is het eerste vliegtuig dat op 17 juli 1930 landt op het vliegveld.



Afbeelding 2.2 | Toeschouwers genieten van een vliegtuigshow tijdens de openingsweek in september 1931.



Afbeelding 2.3 | De landing van de Graf Zeppelin, 1932.

Het vliegveld was met name bedoeld om uit economische overwegingen een goede luchtverbinding te realiseren met Schiphol. Op 11 juni 1932 vindt dan ook de officiële start plaats van de luchtverbinding Twente-Amsterdam, wat een week later 'opgeleukt' wordt door de landing van de Graf Zeppelin op het veld, wederom in aanwezigheid van talrijke toeschouwers (Afbeelding 2.3). De belangstelling voor deze landing en het hier aan boord gaan van ondermeer Prins Hendrik en generaal Snijders was dusdanig groot dat de regio te maken kreeg met haar eerste verkeersinfarct in de vorm van files als gevolg van het van heinde en verre toestromende publiek. Inmiddels was ook een begin gemaakt met de bouw van een hangar en een passagegebouw annex hotel-restaurant. Het complex werd naar goede gewoonte in mei 1933 met de nodige feestelijkheden in gebruik genomen (Afbeelding 2.4).

Het veld, bestaande uit een grasmatt, werd kort gehouden door een in dienst van de N.V. opererende schaapsherder met schaapskudde. De schaapskooi bevond zich onmiddellijk ten noordwesten van dit veld en

de herder mocht, zo valt in de voor hem bedoelde instructie te lezen, "in geen geval den liggenden houding aannemen", bang als men was dat hij bij het naderen van vliegtuigen zijn kudde niet bijtijds van het veld kon jagen!



Afbeelding 2.4 | De opening van de vliegveldterminal in 1933.

Naast de reguliere lijndiensten werd het veld intensief benut door zowel de in 1931 opgerichte Twentsche Aeroclub (TAC) als de Twentsche Zweefvliegclub (TZC). De Nationale Luchtvaartschool afdeling Twente verzorgde vervolgens met Van Graft als instructeur vlieg cursussen, zodat het veld al snel bevolkt werd door geëfende aviateurs met een eigen vliegtuig. Zowel de TAC als de TZC organiseerden vanuit hun eigen clubhuizen op het veld regelmatig demonstraties, rondvluchten en wedstrijden waarop honderden belangstellenden afkwamen.

De dienstregeling met de KLM hield stand tot 1939. Sterk tegenvallende resultaten in de exploitatie en het (ook toen al) doorvoeren van bezuinigingen bij de KLM leidden eind 1938 tot opheffing van de luchtlijn Twente–Schiphol. Het veld werd voortaan, naast gebruik door genoemde Aeroclub en Zweefvliegclub, door de N.V. Luchtvaarterrein Twente benut voor allerlei nevenactiviteiten waaronder paardenrennen, behendigheidswedstrijden en shows, waarbij ook een groot gedeelte van de grasmat werd verhuurd aan een inmiddels ter plaatse gestichte grasdrogerij.

Aangezien het vliegveld dicht aan de Duitse grens was gelegen, werd vanaf september 1939 verder luchtverkeer verboden en het veld onder bewaking gesteld van een detachement genietroepen. Zij zorgden voor het onklaar maken van het landingsterrein en waren verantwoordelijk voor het opblazen van de hangar in de vroege morgen van de tiende mei 1940.

2.1.2 Twente wordt een militair vliegveld

De eerste bezetters van het vliegveld toonden nauwelijks belangstelling voor het veld, zij waren immers op weg naar West-Frankrijk en Groot Brittannië. In de loop van 1940 nam het aantal 'indringers' van Britse zijde boven het Duitse Rijk echter voortdurend toe. Deze toename was er de oorzaak van dat de Duitsers maatregelen moesten treffen om deze, vooral bij nacht binnenvliegende, bommenwerpers af te weren. Zo werd in eerste instantie hoofdzakelijk ten westen van het Duitse Rijk een aantal vliegvelden aangelegd of uitgebreid met daarbij stellingen voorzien van zoeklichten en luchtafweer om de 'Heimat' te verdedigen. Het noodgedwongen afblazen van de Slag om Engeland eind 1940 gaf nog een extra 'push' om versneld extra velden en verdedigingslinies aan te leggen of uit te breiden, zo ook het vliegveld Twente.

De uitbreidingen van het 64 ha grote veld werden vanaf november 1940 ter hand genomen waarbij het terrein in eerste instantie tot ca. 1200 ha werd uitgebreid. Het veld kreeg nu heuse start- en taxibanen en werd voorzien van honderden gebouwen, waaronder hangars, legeringsgebouwen, kantines en bunkers. Duizenden werklieden werden door de diverse arbeidsbureaus 'bemiddeld' om op het veld te werk te worden gesteld als alternatief voor werk in Duitsland en, dat moet gezegd worden, voor aantrekkelijke lonen.

Niet te overzien was echter het leed van vele mensen die van oudsher de thans benodigde gronden hadden bewoond en bewerkt. Zij kregen in de strenge winter van 1940/1941 het bevel om soms al binnen enkele dagen maar in ieder geval binnen enkele weken met have en goed naar elders te vertrekken. Uiteindelijk verloren 91 gezinnen hun woonstede en zouden zij, overigens pas na de nodige juridische procedures, hun schade pas in de vijftiger jaren grotendeels zien worden vereffend.

2.1.3 Twente wordt operationeel

De startbanen op het vliegveld Twente werden al eind maart 1941 gereed gemeld. Toch zou het nog tot september 1941 duren voordat het gehele veld volledig operationeel was. Samen met de vliegvelden Stade en Vechta in Duitsland en Deelen en Venlo in Nederland vormde Twente een onderdeel van een landinwaarts gelegen linie die zich ter verdediging van Duitsland uitstreekte van Denemarken tot in Noord-Frankrijk.

Deze verdedigingslinie bestond zoals gezegd niet alleen uit op die vliegvelden gestationeerde vliegtuigen (de zogenaamde 'nachtjagers'), maar ook uit luchtafweerstellingen, zoeklichten en later ook radar. Het een en ander werd gecoördineerd via *Gefechtsstände*. Hier werden de verschillende waarnemingen vanuit de diverse stellingen ontvangen en tot een luchtbeeld verwerkt. Gegevens op basis waarvan vervolgens vanuit diezelfde *Gefechtsstände* aan eerder genoemde stellingen bevelen werden gegeven voor het gebruik van zoeklichten, het vuren met luchtdoelgeschut en tot het laten starten en begeleiden van eigen vliegtuigen opgesteld op vliegvelden waar die *Gefechtsstände* zich bevonden. In de loop van 1941, werden de verschillende *Gefechtsstände* bij wijze van proef verbonden met een centrale *Gefechtsstand* in Schaarsbergen bij Deelen en met de *Korpsgefechtsstand* in Zeist. Zo kon een totaalbeeld van ontwikkelingen in de lucht voor het gehele Nederlandse luchtruim worden gecreëerd. In november 1943 zou als gevolg van de intensivering van de luchtoorlog, en vooral ook vanwege de dringende behoefte voortaan ook de luchtafweer overdag middels dagjagers beter te kunnen coördineren, in Schaarsbergen een geheel nieuwe *Gefechtsstand* in gebruik worden genomen. Hierdoor verkreeg men 24 uur per dag overzicht in het luchtbeeld in een groot deel van Noordwest-Europa.

De activiteiten aan Duitse zijde vanaf 1941 waren de Britten niet onopgemerkt gebleven. In de loop der tijd werden voortdurend meer luchtaanvallen op het veld en de daar aanwezige installaties uitgevoerd, terwijl de bezetter er alles aan deed om aan die aandacht te ontsnappen. Zo werden de gebouwen doorgaans op onregelmatige wijze over het landschap verdeeld, de panden zelf veelal als boeren behuizingen uitgevoerd of zelfs onder zand weggewerkt, maar ook wegen en startbanen bespoten met camouflageverf. Tevens werden in de buurt van Twente twee schijnvliegvelden, één bij Saasveld en één nabij Buurse aangelegd. Met het intensiveren van de luchtoorlog en met name na het verschijnen van de Amerikanen op het oorlogstoneel -zij vloegen overdag- werd het veld opnieuw grootschalig uitgebreid om ondermeer vliegtuigen en bijzondere installaties ver van het eigenlijke vliegterrein in de omringende bossen te kunnen onderbrengen. Het veld zelf werd vanaf 1943 dan ook tot ca. 1800 ha uitgebreid tezamen met de aanleg van kilometers lange taxibanen, waarlangs tientallen van een aarden wal voorziene opstelplaatsen werden gesitueerd. Tevens werd het vliegveld gedurende deze periode uitgerust met speciale voorzieningen, zoals aanpassingen voor een raketjager en een schijf voor het compenseren (ijken) van kompassen in de verschillende typen vliegtuigen.

Het veld bood vanaf 1943 steeds meer onderdak aan verschillende eenheden met dagjagers, nachtjagers en eenheden uitgerust met bommenwerpers en straaljagers, vliegtuigen die niet alleen hun rol in de regionale luchtverdediging speelden maar bijvoorbeeld ook werden ingezet voor aanvallen op de bruggen bij Nijmegen en ondersteuning boden tijdens de gevechten bij het Ardennenoffensief.

2.1.4 Na de oorlog

Uiteindelijk werd het vliegveld op 2 april 1945 door de Britse Guards Armoured Division veroverd om vervolgens, na intensieve herstelwerkzaamheden, op 6 April door de RAF in gebruik te worden genomen ter ondersteuning van de Britse opmars in Duitsland. Vele eenheden kwamen en gingen totdat de Britten het veld op 31 oktober 1945 overdroegen aan de Nederlandse autoriteiten. Tijdens de opmaak van de akte van overgave werd volgens de overlevering door de notaris per ongeluk de extra letter 'h' aan de naam Twente toegevoegd, doordat hij te diep in het glaasje zou hebben gekeken. Het verhaal berust waarschijnlijk op een fabeltje, want in het Engels wordt Twente als Twenthe geschreven. Vliegbasis Twenthe werd sinds de naamgeving altijd met een 'h' geschreven (wikipedia.org). In september 1945 werd reeds een kleinschalige geregelde vliegdiens gestart op Schiphol waardoor de bevolking voortaan ook andere delen van Nederland kon bereiken. Het vliegveld bleef militair, met gedogen van civiele luchtvaart. Twenthe bleek ondanks alle schade uitstekend geschikt voor een snelle herstart van de Nederlandse militaire luchtvaart en al in 1945 begon de Aanvullende Vliegopleiding Tweemotorigen (AVOT) met vlieg instructies, een rij school, enz. In maart 1946 vond uitbreiding plaats met de oprichting van de Jachtvliegschool (JVS) uitgerust met de

Supermarine Spitfire. Medio 1948 werd Twenthe met de komst van de Gloster Meteor Nederlands eerste straaljagerbasis. Toch duurde het nog tot eind 1951 voordat de laatste Spitfire hier werd uitgefaseerd. De Gloster Meteor werd in 1956 opgevolgd door de F-18 K Sabre, waarmee op Twenthe 3 squadrons werden uitgerust. Twenthe werd daarmee wederom een nachtjagervliegveld aangezien deze Sabres (zogenaamde *Kaasjagers*) grotendeels voor dit doel waren uitgerust en werden ingezet. De komst van deze Sabres vormde tevens het begin van (klachten omtrent) het steeds heviger worden van geluidsoverlast, vooral als gevolg van het proefdraaien van hun straalmotoren. Zeker met de komst van de eerste F-104 Starfighters in 1962 werd de roep om maatregelen steeds luider. De Starfighter was immers een supersone jager die behalve tijdens het proefdraaien ook vanwege het regelmatig doorvliegen van de geluidsbarrière voor schrik en ongemak zorgde. Het was tevens de periode van verhoogde paraatheid in verband met de Koude Oorlog, waardoor de basis nauwelijks meer toegankelijk was voor 'derden' die gebruik maakten van het vliegveld. Pas met de komst van de T-33 (1968) en de Northrop NF 5 (1972) keerde het pure lesvliegen naast het operationeel vliegen op Twenthe terug. Ervaringen uit de Golfoorlog (1990) leidden echter tot aanpassingen op het veld, ondermeer in de wijze waarop vliegtuigen voortaan verspreid in de langs de verschillende taxibanen rondom het vliegveld gesitueerde *shelters* (vliegtuigbunkers) werden ondergebracht . Dit betekende dat startbanen via meerdere richtingen konden worden bereikt, zonder dat het taxi- en vliegverkeer in een keer bij een aanval kon worden lamgelegd. In 1995 werd de F-16 in gebruik genomen. Deze straaljagers vonden tot het moment van sluiting van de militaire vliegbasis in 2006 op Twenthe hun onderdak. Ook het civiele lijnvluchtverkeer, dat tot dan toe met wisselend succes van het veld gebruik had gemaakt, staakte haar activiteiten in 2006 in afwachting van nieuwe ontwikkelingen rond het luchthaventerrein.

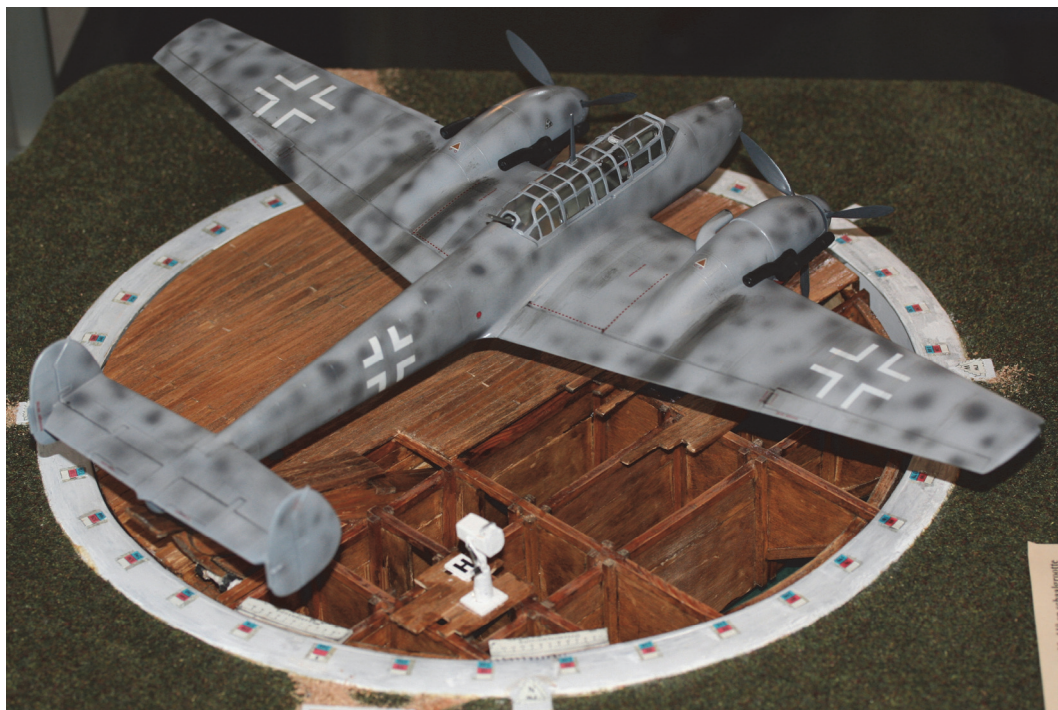
2.2 Specifiek element WOII: 'Navigationswaage' of kompascompenseerschijf

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden alle grotere vliegvelden voorzien van een compenseerschijf om het kompas in het vliegtuig te kunnen ijken. Daartoe werden de uitslagen van het kompas in het vliegtuig nauwkeurig vergeleken met de richting van het vliegtuig zelf op de kompasroos van de compenseerschijf. Allereerst werd het toestel op het noorden gericht en werd het kompas afgesteld, waarna de andere windrichtingen op het vliegtuigkompas gecontroleerd en eventueel bijgesteld werden. Tot slot werd het kompas in stappen van 30 graden nagelopen en waar nodig bijgesteld (spitfiresite.com).

Van deze inrichtingen bestonden nogal wat variaties. Een exemplaar van de oudste variant, de ND 12/(30) Ae, bevindt zich op vliegbasis Gilze-Rijen en is inmiddels een beschermd monument voor militair cultureel erfgoed (Afbeelding 2.5). Deze vooroorlogse constructie werd uitgevoerd als een 2 tot 3 m diepe, ronde bakstenen of betonnen bak, waarbinnen een volledig houten draaimechanisme aanwezig was. De houtverbindingen werden waar nodig met non-ferro metalen, zoals koper, gezeurd om het magnetische veld niet te verstoren. Een vliegtuig werd vervolgens door middel van een stelmechanisme onder het staartwiel in vlieghouding op het draaiende mechanisme geplaatst (Afbeelding 2.6), waarna het kompas door middel van verdraaiing van het mechanisme kon worden geijkt. Dit gebeurde overigens met draaiende motoren om de vluchtsimulatie optimaal te benaderen.

Tijdens de oorlog werden veelal nieuwere, eenvoudigere varianten van dergelijke compenseerschijven gebouwd. Deze bestonden uit een ronde (ongewapende) betonnen plaat, een draaimechanisme in het centrum van de plaat en een (betonnen) kompasroos op enige afstand van de betonnen plaat. Aan het draaimechanisme werd een houten ligger bevestigd die het staartwiel van het te compenseren vliegtuig ondersteunde. De voorwielen van het toestel steunden daarbij op de betonnen plaat. Door de liggers te verplaatsen kon het vliegtuig gedraaid worden (Afbeelding 2.7, Afbeelding 2.8). Het draaimechanisme (in het centrum van de compenseerschijf kon op die manier relatief klein uitgevoerd worden. De lagering van dit draaimechanisme, of aslager, werd evenals bij het 'oude' systeem uitgevoerd met non-ferro materialen zoals hout, ongewapend beton en glazen lagerkogels (dickveerman.nl). Deze nieuwe compenseerschijf was een stuk sneller en efficiënter te bouwen dan het oudere model, terwijl aan de werking van de compenseerschijf geen concessies werden gedaan. Deze compenseerschijven zijn in Nederland nog aanwezig op vliegbasis Twenthe en vliegbasis Deelen bij Schaarsbergen (Afbeelding 2.9).





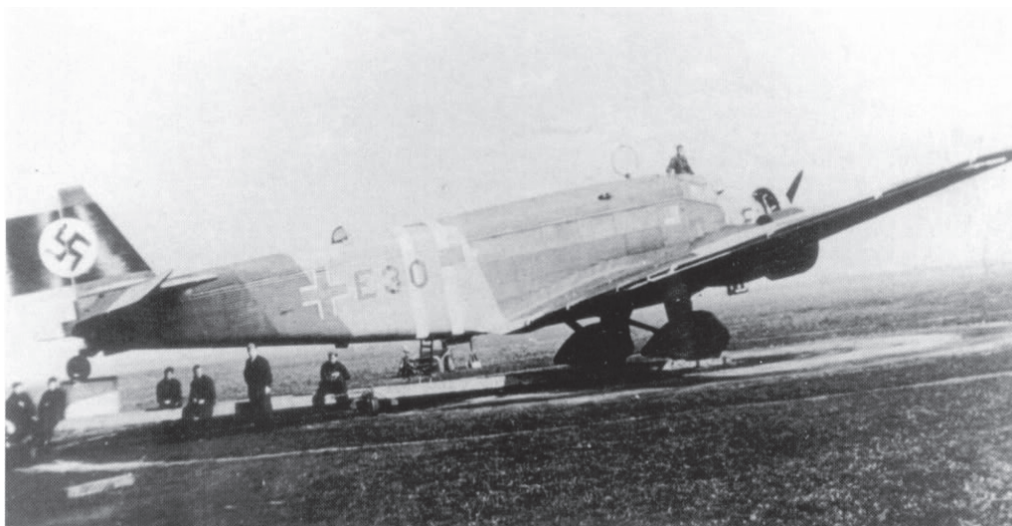
Afbeelding 2.5 | Schaalmodel van de ND12 Ae compenseerschijf te Gilze-Rijen (defensie.nl)



Afbeelding 2.6 | Een Junkers Ju 88 A op een compenseerschijf op de Duitse vliegbasis Bad Zwickhahn. Op deze foto is het stelmechanisme onder het staartwiel duidelijk zichtbaar (falkeins.blogspot.com).



Afbeelding 2.7 | Het compenseren van een Junkers Ju 88 op een later model compenseerschijf. De houten ligger is dubbel uitgevoerd, waarbij de binnenste ligger in de lengte omhoog gebracht kan worden om het staartwiel te ondersteunen. De liggers kunnen handmatig door een aantal man voortgeduwd worden om op die manier de neus van het vliegtuig in de goede positie te richten. De gehele ondergrond lijkt op deze foto verhard te zijn (bron onbekend)



Afbeelding 2.8 | Het compenseren van een grotere Junkers Ju 52 op een later model compenseerschijf. Onder het staartwiel is een houten bok te zien om het vliegtuig in de juiste positie te brengen. De houten ligger is waarschijnlijk enkelvoudig uitgevoerd. Rond de betonnen plaat is een kompasroos of een tredbaan te zien. Tussen de plaat en de kompasroos is duidelijk geen verharding aanwezig (bron onbekend)



Afbeelding 2.9 | De compenseerschijf van vliegbasis Deelen op het Vrijland te Schaarsbergen (geocaching.com).

2.3 Verwachting op basis van het vooronderzoek

De compenseerschijf dateert uit 1943 en is door de toen aanwezige Duitse bezettingsmacht gebouwd. Op zowel luchtfoto's uit de oorlog als op foto's van onmiddellijk na de oorlog is te zien dat de installatie op Twenthe bestond uit een draaipunt, waaromheen een cirkelvormige betonnen plaat met een diameter van ca. 15 meter was geconstrueerd, zodanig dat daarop een vliegtuig kon worden geplaatst. Op Afbeelding 2.10 is tevens waar te nemen dat zich op enige afstand van laatstgenoemde ronde plaat zich nog een mogelijk betonnen cirkelvormige ring bevond en dat vanuit het middel- of draaipunt van deze installatie tot aan genoemde buitenste ring zich een draaibare arm heeft bevonden met behulp waarvan het toestel zowel in horizontale positie kon worden gezet, als 360 graden kon worden rondgedraaid. Een op of tegen genoemde elementen aangebrachte schaalverdeling liet zo een nauwkeurige positiebepaling van de stand van het vliegtuig ten opzichte van het magnetische noorden toe. De restanten op het vliegveld Twenthe zijn van dien aard en zo compleet dat het op basis van zorgvuldig onderzoek nog mogelijk is de gehele lay-out en daarmee de werking van de installatie te reconstrueren en eventueel als bijzonder object zichtbaar en

herkenbaar te houden. De betonnen plaat waarop de vliegtuigen werden geplaatst, is nog fysiek aanwezig. In het centrum van de plaat is, gescheiden door een (nu onverharde) zone, een ronde betonnen put aanwezig. Mogelijk bevinden zich buiten de betonnen plaat, eveneens gescheiden door een (nu onverharde) zone, nog aanwijzingen voor (een) concentrische ring(en) waarop aanduidingen in graden aanwezig waren (de zogenaamde kompasroos). Mogelijk bevat de betonnen put in het centrum aanwijzingen voor een draaimechanisme. Vanwege de versturende werking van ijzeren onderdelen op het aardmagnetisme zullen constructieonderdelen, indien nog aanwezig, naar verwachting uit hout, non-ferro metalen, (ongewapend) beton of glas bestaan.



Afbeelding 2.10 | Het plangebied op een luchtfoto uit 1944 (naar Boshoven et al. 2012).

Het primaire doel van het onderzoek is het waarderen van het object om een goede waardestelling te krijgen en te kunnen bepalen of en in hoeverre het object behouden kan worden.

3.1 Onderzoeksvragen

Om de doelstelling van het onderzoek te verwezenlijken zijn in het Programma van Eisen (Oude Rengerink 2015) de volgende onderzoeksvragen gesteld:

Onderzoeksvragen:

- In hoeverre komen de thans gevonden restanten overeen met de op luchtfoto's zichtbare locatie, c.q. compenseerinstallatie?
- Wat is de aard van de concentrische sporen rond de betonnen schijf?
- Zijn er op de betonnen schijf of op de concentrische sporen rondom de schijf ook tekens of aanduidingen voor een gradenverdeling?
- Met welk type compenseerschijf hebben we hier van doen?
- Wat is de aard en wijze van constructie van de compenseerschijf?
- Zijn er in de uitsparing voor de middenas nog aanwijzingen voor een draaimechanisme en wat was de aard van het draaimechanisme?
- Hoe is de constructie opgebouwd, m.a.w.: bestond (en bestaat) de constructie uit één geheel of is er sprake van losse elementen, tezamen vormende een compenseer-installatie?
- Welke materialen zijn voor gegeven compenseerinstallatie benut en kan er iets omtrent de kwaliteit, staat van huidige conservering en 'dus' kwaliteit en volledigheid van het aangetroffene worden gezegd?



Afbeelding 3.1 | Sfeeropname tijdens de werkzaamheden.



Afbeelding 3.2 | De aanleg van het vlak in werkput 3 met een drainagesleuf die parallel aan de sleuf loopt.

De oppervlakte van het onderzoeksgebied bedraagt ca. 1.250 m², waarvan conform het PvE (Oude Rengerink 2015) ca. 80 m² middels vier proefsleuven van 10x2 m diende te worden onderzocht. Dit was echter in de praktijk niet mogelijk zodat er in overleg met het bevoegd gezag besloten is om de sleuven zo aan te leggen als wel mogelijk was.

In totaal zijn drie proefsleuven aangelegd met een lengte van ca. 10 m en één met een lengte van 4 m (Tabel 4.1; Bijlage 1). Hiermee is in totaal 70 m² onderzocht. De sleuven zijn op het centrum van de schijf georiënteerd aangelegd.

wp	lengte (m)	breedte (m)	m ²
1	11	2	23
2	10	2	20
3	10	2	19
4	4	2	8
totaal m ²			70

Tabel 4.1 | Afmetingen en m²'s per werkput.

4.1 Strategie

In elke proefsleuf is één vlak aangelegd op ca. 50 m –mv (ca. 19,2 m +NAP). Het vlak is aangelegd in de top van de natuurlijke ondergrond (C-horizont). Het belangrijkste doel van de sleuven was om een mogelijk aanwezige kompasroos, of aanwijzingen voor een verwijderde kompasroos, op enige meters afstand van de betonnen plaat aan te tonen. Werkput 4 is exact ten noorden van de compenseerschijf aangelegd om te controleren of er aanwijzingen voor een eventuele (gefundeerde) markering van het magnetische noorden aanwezig waren. Deze werkput kon vanwege de aanwezigheid van een naoorlogse afwateringssloot slechts over een lengte van 4 m aangelegd worden. Na het graven van de proefsleuven is de betonnen put in het centrum van de compenseerschijf ontdaan van de puinvulling en vervolgens gedocumenteerd (Afbeelding 4.1 en Afbeelding 4.2).



Afbeelding 4.1 | De compenseerschijf met in het midden het aslager, voor aanvang van het onderzoek.

4.2 Werkwijze

De vlakken zijn aangelegd met een graafmachine met gladde bak (Afbeelding 3.2). Bij de aanleg van de vlakken en bij het afzoeken van het opgravingsvlak en de stort is een metaaldetector ingezet. Het vlak is per werkput gefotografeerd. De centrale betonnen put is handmatig uitgegraven, waarbij grote puinbrokken met hulp van de graafmachine verwijderd zijn.

De vlaktekening is digitaal vervaardigd. Daarbij is gebruik gemaakt van een robotic total station. Met behulp van een gestandaardiseerde codering die bij elk meetpunt is ingevoerd, zijn de punten in een digitale vectortekening omgezet. Alle meetgegevens, zoals hoogtematen van het vlak en maaiveld (die om de 5 m zijn genomen) en van sporen, putgrenzen, verstoringen, meetpunten etc., zijn op deze manier gedocumenteerd. De grondslagpunten zijn met een GPS met gebruik van realtime correctiegegevens van de firma 06-GPS te Sliedrecht in het nationale coördinatenstelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD-stelsel) ingemeten.

Het onderzoek is uitgevoerd conform het Programma van Eisen (PvE; Oude Rengerink 2015) en de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA), versie 3.3 (CCvD 2013).

4.3 Fysische Geografie

Conform het Programma van Eisen (Oude Rengerink 2015) is geen uitgebreid fysisch geografisch onderzoek uitgevoerd. In werkput 1 is een representatieve profielkolom met een breedte van ca. 1 m gedocumenteerd. De tekening van de profielkolom is analoog vervaardigd (schaal 1:20). De profielkolom is driedimensionaal ingemeten, schoongemaakt, gefotografeerd, beschreven en getekend op een schaal van 1:20 door Ruud Nillesen. De lithologische en bodemkundige beschrijving is conform de NEN5104 norm, de Archeologische Standaard Boormethode (Bosch 2008) en De Bakker en Schelling (1989) uitgevoerd. Dit betekent dat bij het beschrijven van de lagen is gelet op textuur (grondsoort), bodemopbouw, oxidatie- en reductieplekken van ijzer en mangaan, kalkgehalte, kleur en archeologische indicatoren waaronder aardewerk en houtskool.



Afbeelding 4.2 | Sfeeropname: het handmatig leeghalen van het aslager.

5 Resultaten archeologisch onderzoek

Het vlak in de vier werkputten is aangelegd in de B- of C-horizont van de podzolbodem (Afbeelding 3.1, Afbeelding 3.2 en Afbeelding 5.1). Een E-horizont was niet meer aanwezig.

Bij het onderzoek naar de compenseerschijf op vliegbasis Twenthe zijn naast de schijf zelf geen andere archeologische resten aangetroffen.

5.1 Sporen en structuren

In de werkputten 1 t/m 4 zijn geen vooroorlogse archeologisch relevante sporen waargenomen. Wel zijn in alle werkputten terracotta drainagebuizen aangetroffen, daterend van vlak vóór de aanleg van de vliegbasis (Afbeelding 3.2). Aanwijzingen voor de (voormalige) aanwezigheid van een kompasroos rond de compenseerschijf zijn niet gevonden.



Afbeelding 5.1 | Het vlak in werkput 1.

De schoon aan het maaiveld gelegen betonnen schijf is gedocumenteerd als spoor 1 (s1). Het betreft een ronde, ca. 35-40 cm dikke betonplaat met een diameter van ca. 15,75 m, die (voor zover het onderzoek inzichtelijk heeft kunnen maken) direct op de vaste grond is gestort (Afbeelding 5.2). In het oosten had de betonplaat aan de rand een overhangend gedeelte, dat afgebrokkeld was (Afbeelding 5.3). Hier was er blijkbaar over de rand van de gegraven bouwput heen nog beton gegoten. De aanzienlijke dikte van de betonlaag is mogelijk te verklaren vanuit de afwezigheid van metalen wapening. De tand des tijds heeft er voor gezorgd dat aan het oppervlak verschillende scheuren in de betonplaat zijn ontstaan. Deze scheuren kunnen duiden op gefaseerde betonstort (Bijlage 2). Op de betonnen schijf zijn geen aanwijzingen voor een kompasroos aanwezig. Er zijn ook geen aanwijzingen voor andere markeringen of beschildering.



Afbeelding 5.2 | De rand van de betonnen schijf (s1) in werkput 4.



Afbeelding 5.3 | De rand van de betonnen schijf (s1) in werkput 2.

In het midden van de betonnen schijf bevindt zich een betonnen element (s2). De 'ronde bak', zoals deze aan het maaiveld waarneembaar was, is na het graven en documenteren van de proefsleuven leeggehaald en schoongemaakt. Zoals verwacht betreft het een deel van het draaimechanisme van de compenseerinstallatie, namelijk een aslager (Afbeelding 5.6 en Bijlage 3).

Het lager was volgestort met puin, hout en metalen voorwerpen. Tevens is een dozijn glazen kogels gevonden die deel hebben uitgemaakt van het lager. Het betonnen deel van het aslager heeft een diameter van 2,2 m en lijkt te zijn gegoten in een houten mal. De aanwijzingen hiervoor zijn zichtbaar in de vorm van hoekige afdrucken in het beton op de wanden die niet in aanraking zullen zijn gekomen met het verdwenen bovendeel van de constructie (Afbeelding 5.8). De constructie moet op zijn kop in de mal gegoten zijn, waarna hij in zijn geheel naar de locatie getransporteerd en daar opgesteld moet zijn.



Afbeelding 5.4 | Het aslager van de compenseerschijf te Sint-Denijs-Westrem (luchtvaarterfgoed.be).



Afbeelding 5.5 | De compenseerschijf van Flugfeld Aspern (flugfeld-aspern.info).

ARCHEODIENST



Archeodienst BV

In het beton bevindt zich op één plaats een houten plug (Afbeelding 5.9 en Bijlage 3). De plug vult een cilindervormige holte op die de twee diepgelegen ringen van het lager met elkaar verbindt. De functie van de verbinding en de plug is niet helemaal duidelijk. Het zou kunnen gaan om een deel van de betonmal die in het beton is achtergebleven. De plug heeft in dat geval geen functie in de werking van het lager. Een andere optie is dat de plug op een later moment (mogelijk in delen vanwege het gebrek aan ruimte) in de holte is aangebracht. De plug zou dan een water- en vuilkerende werking kunnen hebben. De constructie is groen geschilderd, waarschijnlijk om verwerking tegen te gaan (Afbeelding 5.8). De onderdelen die geen verfresten bevatten, zullen de contactpunten met de nu verdwenen, bovengrondse onderdelen van de compenseerinstallatie geweest zijn.



Afbeelding 5.7 | Het schoongemaakte aslager van bovenaf gezien.



Afbeelding 5.8 | Detail van het schoongemaakte aslager. Het centrale deel heeft duidelijk een veelhoekige wand als gevolg van de bekisting of mal waarin het beton is gegoten.

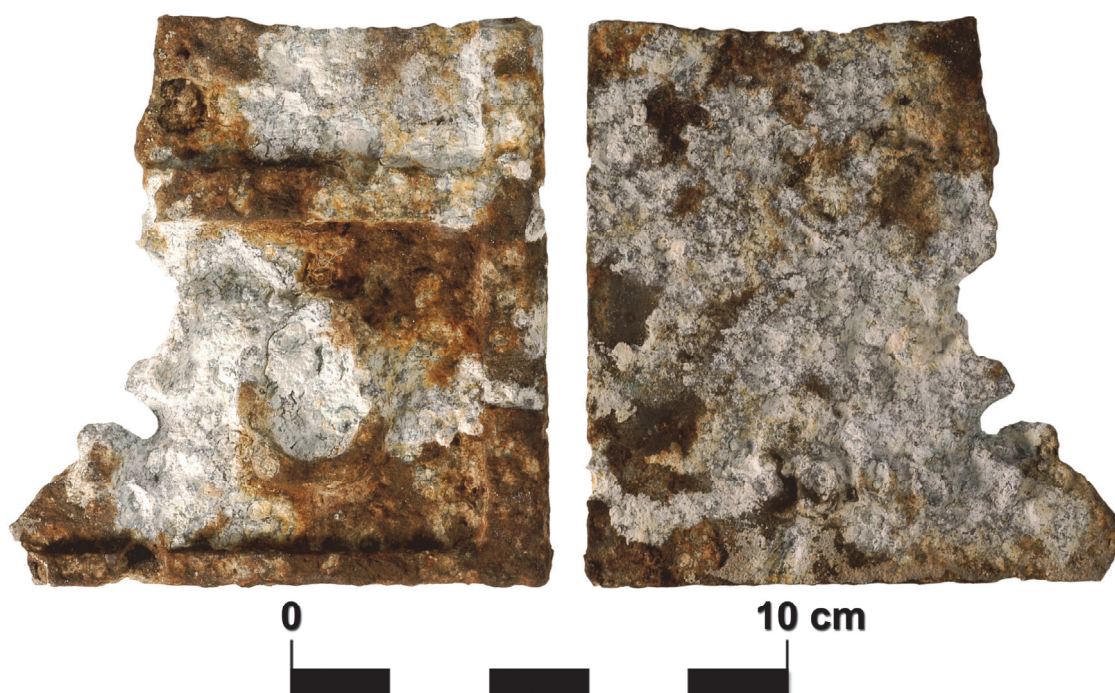


Afbeelding 5.9 | In het beton van het aslager is een houten plug aanwezig.

5.2 Vondsten

De locatie is de laatste decennia gebruikt als stortplaats voor puin en afval van overal op het vliegveld. De vondsten die in het aslager zelf zijn gevonden hebben voor het grootste deel geen verband met de compenseerinstallatie.

In totaal zijn drie vondstnummers uitgegeven. Vondstnummer 1 en vnr. 2 zijn metalen vondsten die zich net onder het maaiveld in de onverharde zone tussen het aslager en de betonnen plaat bevonden. Het gaat om een gegoten metalen (zink?) plaatje met aan beide zijden een nummer (v1, Afbeelding 5.10) en een metalen (zink?) bevestigingsanker (v2).



Afbeelding 5.10 | Fragment van een markeringsplaat van de vermoedelijke kompasroos.



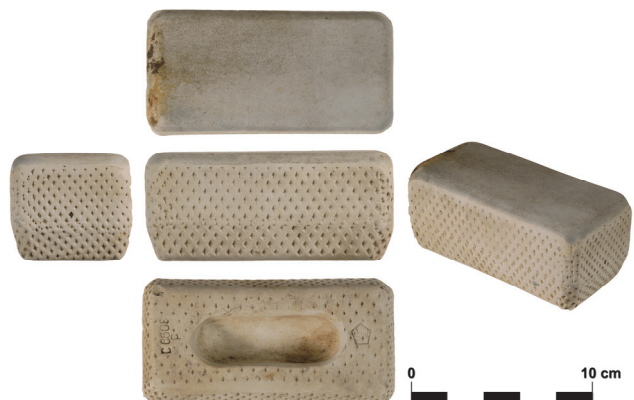
Afbeelding 5.11 | Een intacte markeringsplaat op de kompasroos van de compenseerschijf op vliegbasis Deelen (geocaching.com).

Het metalen plaatje is herkend als een fragment van een markeringsplaat voor de gradenverdeling op de kompasroos van de compenseerschijf. Van de plaat is ca. 25% aanwezig. Vergelijkbare markeringsplaten zijn nog aanwezig op de kompasroos van de compenseerschijf van de vliegbasis Deelen (Afbeelding 5.11). Op de bovenzijde van de markeringsplaat is de markering '.../0' te zien. Er vanuit gaande dat de markeringen per 10 graden aangebracht waren op de kompasroos betreft mogelijk het een deel van de 170 of de 270 graden markeringsplaat. Op de onderzijde zijn de nummers '3008...' te zien (waarbij het eerste en laatste getal niet met zekerheid te lezen waren). Mogelijk betreft het een serie- of productienummer. De vondstlocatie van het deel van de markeringsplaat doet vermoeden dat de oorspronkelijke kompasroos is verwijderd, waarbij in ieder geval deze markeringsplaat in meerdere delen gebroken is. Vooralsnog kan geen functie voor het bevestigingsanker binnen de compenseerinstallatie bedacht worden, zodat er vanuit gegaan wordt, dat deze niet met de installatie in verband staat.

De vondsten die in het aslager zelf zijn gevonden (vnr. 3) hebben voor het grootste deel geen verband met de compenseerschijf. Naast grote brokken beton bestonden de vondsten uit een complete betonnen kadastrale grenspaal, verschillende typen rode baksteen, ijzeren constructieonderdelen, fragmenten van glazen flesjes, twee vermoedelijke aluminium lichtseinen die aan een struikeldraad bevestigd waren en daardoor ontstoken werden (determinatie door A.V.A.J. Bosman; Afbeelding 5.12), een witte reflecterende klinker, afkomstig uit een start- of landingsbaan (Afbeelding 5.13), een aluminium schuimspaan (Afbeelding 5.14) en verschillende fragmenten groen beschildeerde pleisterlaag (Afbeelding 5.15). De beschikking op deze fragmenten lijkt op die van de onderdelen van het aslager, maar ze kunnen niet uit het aslager zelf afkomstig zijn omdat er geen ontbrekende stukken van deze grootte zijn. Misschien hangen ze samen met een niet behouden gebleven kompasroos rond de compenseerschijf. De grenspaal is vanwege het gewicht niet meegenomen maar op locatie achtergelaten.



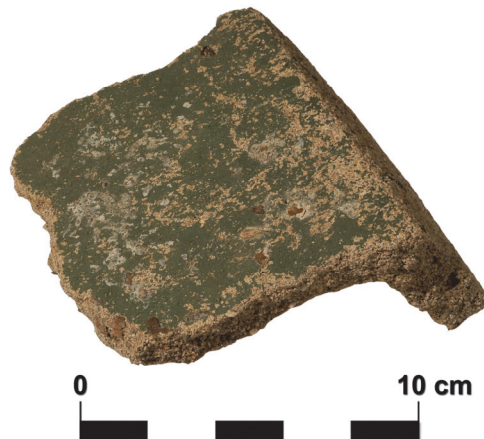
Afbeelding 5.12 | Twee struikeldraad-lichtseinen (vnr. 3)



Afbeelding 5.13 | Een reflecterende klinker (vnr. 3)



Afbeelding 5.14 | Een aluminium schuimspaan (vnr. 3)



Afbeelding 5.15 | Een groen geschilderd stuk beton (vnr. 3)

Op de bodem van het aslager in het middelste goot rond de as zelf, zijn twaalf glazen kogels gevonden (vnr. 3.1) die zeer waarschijnlijk wel deel hebben uitgemaakt van de aslagerconstructie. Evenals de betonnen schijf diende ook het aslager geheel metaalvrij te zijn om verstoring van het aardmagnetisme te voorkomen. De glazen kogels hebben een diameter van 6 cm en vertonen allemaal beschadigingen als gevolg van het rollen onder belasting van het bovenste deel van de lagerconstructie. (Afbeelding 5.16 |).



Afbeelding 5.16 | Een dozijn glazen kogels, onderdeel van het lagermechanisme van de compenseerschijf.

Bij het archeologische onderzoek van de compenseerschijf op vliegbasis Twenthe te Enschede is vastgesteld dat een deel van de oorspronkelijke elementen waaruit de compenseerschijf bestond, nog *in situ* aanwezig zijn. Het betreft de zwaarste elementen, namelijk de betonnen constructiedelen. De bovengrondse, hoogstwaarschijnlijk houten constructiedelen zijn niet meer aanwezig. Evenmin zijn bij het schoonmaken van het aslager (s2) relevante houten constructiedelen gevonden. In de aangelegde proefsleuven zijn geen sporen waargenomen die in relatie staan met de compenseerschijf. De kompasroos, die op enkele meters van de betonnen plaat werd verwacht is niet aangetroffen. Een gebroken fragment van een markeringsplaat, die oorspronkelijk op de kompasroos bevestigd moet zijn geweest, is tussen het aslager en de betonnen schijf gevonden. Hiermee is de oorspronkelijke aanwezigheid van een kompasroos zeer waarschijnlijk geworden.

De drainagebuizen die in elke werkput aanwezig zijn, dateren uit de jaren '20 of '30 van de 20^e eeuw.

6.1 Reconstructie

Het is duidelijk dat op Vliegbasis Twenthe een compenseerschijf gebouwd is die eenvoudiger van opzet is dan de schijven die net voor of aan het begin van de oorlog aangelegd zijn, zoals in Gilze-Rijen. De constructie komt sterk overeen met de in deze rapportage opgenomen contemporaine foto's van dit eenvoudigere type compenseerschijven (Afbeelding 2.8 en Afbeelding 2.9). Op de beschikbare foto's is echter nergens zichtbaar op welke manier de houten ligger(s) aan het centrale aslager zijn bevestigd. Evenmin kan uit de foto's een duidelijke constructie van het aslager worden afgeleid. Mogelijk werden verschillende typen en formaten aslagers benut, of mogelijk was het juist een uniform ontwerp waarop naar wens een aangepast bovendeel kon worden geplaatst, afhankelijk van de grootte van de te compenseren vliegtuigen. Er zijn in de literatuur geen bouwtekeningen van dit type compenseerschijf bekend. Mogelijk zijn die in archieven nog wel te vinden, maar dit ligt buiten het kader van dit onderzoek.

Het aslager van de compenseerschijf te Aspern (Afbeelding 5.5) lijkt overeenkomsten te vertonen met het opgegraven aslager. In Sint-Denijs-Westrem (Afbeelding 5.4) zijn eveneens veel overeenkomsten te zien maar lijkt een ander type gebruikt te zijn; hier is in het midden geen centrale as of bevestiging daarvoor aanwezig. Ook heeft op de Fliegerhorst Venlo waarschijnlijk een vergelijkbaar exemplaar bestaan (luchtvaarterfgoed.be).

Op basis van de aangetroffen constructiedelen en de aanwezigheid van glazen kogels is getracht te komen tot een reconstructie van de compenseerschijf. Op basis van de onderzoeksresultaten zijn door Adrie Roding vier mogelijke lagerconstructies uitgewerkt. Tevens is een reconstructie gemaakt van het systeem van houten liggers, waarbij uitgegaan is van een variant met een rolbare basisligger en een in hoogte verstelbare tweede ligger ter ondersteuning van het staartwiel (Bijlage 4). De in hoogte verstelbare ligger is een soort goot, mogelijk ook in lengte verstelbaar om grotere vliegtuigen te kunnen compenseren. In de reconstructie is deze uitschuifbare (of in ieder geval langere) variant transparant weergegeven. Ter ondersteuning van deze langere ligger zal een ring buiten de betonnen schijf noodzakelijk zijn geweest. Aangezien deze tijdens het proefsleuvenonderzoek niet is aangetroffen, kan geen uitspraak worden gedaan over de daadwerkelijke constructie. Mogelijk betrof het een betonnen ring zoals deze nog aanwezig is bij de compenseerschijf van vliegbasis Deelen (Afbeelding 2.9), of was het een verharde ring (tegels, klinkers) om het draaien van de houten ligger met een extra wiel te kunnen ondersteunen.

De eerste reconstructie van het centrale aslager betreft een houten constructie (balken of massief), gelagerd in de buitenste goot van de betonconstructie. Omdat de houten constructie precies in deze ring past en door de lagers ondersteund wordt is sprake van een vrij stabiel geheel. Het hout zal het middendeel van de betonconstructie niet geraakt hebben, aangezien daar nog sporen van de mal op zichtbaar zijn. Het middelste deel heeft enkel een behuizingsfunctie gehad voor een paal of (non-ferro) stang. Het geheel wordt door een klein (zelfde formaat als de betonnen onderzijde) of groter (mogelijk tot over de onverharde zone reikend) houten plateau afgedekt. Eventueel vocht of vuil wordt in de binnenste goot opgevangen en kan door een gat/luikje in het houten plateau verwijderd worden.

De tweede reconstructie gaat uit van de vindplaats van de glazen kogels, er vanuit gaande dat deze nog *in situ* lagen. De lagering van de houtconstructie vindt plaats in de binnenste lagergoot. Het voordeel van deze constructie is dat het hout de gladde zijde van de betonconstructie volgt, zodat axiale druk niet tot verschuiving of kanteling van de houtconstructie kan leiden. Nadeel van deze constructie is dat deze moeilijker te construeren en te onderhouden lijkt. Eventueel vocht en vuil dat in het draaisysteem binnenkomt is moeilijker te verwijderen.

Bij de derde reconstructie is uitgegaan van een combinatie van beide voorgaande reconstructies. Een lagering in de buitenste goot in combinatie met een stabiliserende houtlagering (zonder kogels) op de hogere 'kraag' en deels binnen de diepere goot. Eventueel vocht of vuil wordt in de binnenste goot opgevangen en kan door een gat/luikje in het houten plateau verwijderd worden.

Tot slot is bij de vierde reconstructie uitgegaan van een lagering op de kraag van de betonconstructie, waarbij de glazen kogels enerzijds door een betonnen randje en anderzijds door een geheel houten omsluiting op hun plaats worden gehouden. Op deze manier kan de houten constructie relatief eenvoudig uitgevoerd worden, blijven de glazen lagers relatief vrij van vuil en vocht en zal de installatie niet snel vastlopen. De ruimte in de binnenste en buitenste goot is in deze reconstructie bedoeld voor het opvangen van water en vuil dat door een gat/luikje in het houten plateau verwijderd worden. De (door een houten plug opgevulde) verbinding tussen beide opvangruimtes zou in dat geval een afvoerende functie kunnen hebben gehad.

Uitgaande van het feit dat het compenseren van een vliegtuigkompas een wezenlijk onderdeel vormde van regulier of *ad hoc* onderhoud van verschillende typen vliegtuigen zal de constructie zo optimaal mogelijk moeten hebben gefunctioneerd met zo min mogelijk onderhoud aan de constructie zelf. Op basis van het hetgeen is aangetroffen, lijkt reconstructie 4 het meest plausibel.

6.2 Waardering van de vindplaats

De compenseerschijf is als archeologische vindplaats conform de KNA 3.3 op haar behoudenswaardigheid getoetst. Deze toetsing vindt plaats op basis van belevingswaarde, fysieke kwaliteit en inhoudelijke kwaliteit.

De belevingswaarde valt uiteen in twee criteria: 'schoonheid' en 'herinneringswaarde'. Hierbij gaat het vooral om zichtbare monumenten, ofwel de bovengrondse, uiterlijke verschijningsvorm. De fysieke kwaliteit valt uiteen in 'gaafheid'; de mate van het niet verstoord zijn en de stabiliteit van de fysieke omgeving, en 'conservering'; de mate waarin archeologisch vondstmateriaal bewaard is gebleven. Aan de hand van de beoordeling van de fysieke criteria (indien van toepassing in combinatie met de belevingswaarde) komt vast te staan of de archeologische vindplaats behoudenswaardig is. Indien de criteria 'gaafheid' en 'conservering' samen bovengemiddeld scoren (vijf of zes punten) dan wordt een monument als behoudenswaardig aangemerkt. Bij een score van vier punten of minder is er sprake van een middelmatige tot lage score. In dergelijke gevallen wordt ook gekeken naar de inhoudelijke kwaliteit. De inhoudelijke criteria bestaan uit 'zeldzaamheidswaarde', 'informatiewaarde', 'ensemblewaarde' en 'representativiteit'. Als één van deze criteria als hoog wordt beoordeeld, dan wordt het monument in principe eveneens behoudenswaardig geacht. Een vindplaats is zeldzaam als er (in de regio) niet of nauwelijks vergelijkbare vindplaatsen uit een zelfde periode bewaard zijn. Als de zeldzaamheid als 'hoog' is beoordeeld, is de informatiewaarde veelal ook 'hoog'. De ensemblewaarde betreft de meerwaarde die aan een vindplaats wordt toegekend, op basis van de combinatie van haar archeologische context (het voorkomen van vindplaatsen uit dezelfde (synchroon) of opeenvolgende perioden (diachroon) in de microregio) en haar landschappelijke context (fysisch- en historisch-geografische gaafheid van het contemporaine landschap en de aanwezigheid van contemporaine organische sedimenten in de directe omgeving). Indien beide contexten niet meer in voldoende mate aanwezig zijn, wordt de ensemblewaarde als 'laag' beoordeeld, indien één van beide niet (meer) aanwezig is of beduidend is aangetast, is de beoordeling 'midden', en als beide nog in hoge mate voorhanden zijn, volgt de waardering als 'hoog'.

waarden	criteria	scores		
		hoog	midden	laag
beleving	schoonheid		2	
	herinneringswaarde	3		
fysieke kwaliteit	gaafheid	3		
	conservering		2	
inhoudelijke kwaliteit	zeldzaamheid	3		
	informatiewaarde	3		
	ensemblewaarde	3		
	representativiteit		n.v.t.	
behoudenswaardig		ja		

Tabel 6.1 | Waarderingstabel vindplaats compenseerschijf.

6.2.1 Toelichting op de waardering

In Tabel 6.1 staan de waarderingsscores van de vindplaats (de compenseerschijf / *Navigationsdrehscheibe*) in het plangebied vermeld.

De compenseerschijf zoals deze momenteel zichtbaar is, wat het ondergrondse gedeelte betreft compleet. Het is een duidelijk aanwezig en tevens wezenlijk onderdeel van de vliegbasis. Op basis van de huidige staat van de compenseerschijf wordt voor het criterium 'schoonheid' een middelhoge score toegekend. De herinneringswaarde van de compenseerschijf wordt als hoog gekwalificeerd. Het is een constructie die, in alle eenvoud, onlosmakelijk verbonden is met de Duitse bezettingsmacht op vliegbasis Twenthe tijdens de Tweede Wereldoorlog.

De gaafheid wordt beoordeeld als 'hoog'. De ondergrondse onderdelen zijn compleet aanwezig. Alleen de kompasroos, als die er is geweest, is niet meer aanwezig. De vondsten die gedaan zijn (glazen kogels) zijn goed geconserveerd, alleen is slechts een klein gedeelte van de oorspronkelijke bijbehorende vondsten behouden gebleven, waardoor dit punt 'middelhoog'scoort. Op het gebied van de inhoudelijke kwaliteit wordt zeer hoog gescoord. Het object is uiterst zeldzaam. In Nederland zijn slechts drie compenseerschijven uit de Tweede Wereldoorlog bewaard gebleven, waarvan alleen de compenseerschijf op vliegbasis Deelen een gelijksoortige constructie kent. De compenseerschijf van Gilze-Rijen, met inmiddels een monumentale status, is van een ander type. De compenseerschijf op vliegbasis Twenthe maakt deel uit van de afgebakende micro-regio die gevormd wordt door datzelfde vliegveld. De compenseerschijf is tijdens WOII (synchroon), en mogelijk ook in de daaropvolgende perioden (diachroon) gebruikt voor militaire en burgerdoeleinden. De informatiewaarde is tevens gekwalificeerd als 'hoog', aangezien met name op het gebied van de constructie van de compenseerschijf nog nader onderzoek uit te voeren is op basis van de onderzoeksresultaten. De inhoudelijke criteria leiden tot een behoudenswaardig oordeel.

Conclusie: de vindplaats is behoudenswaardig.

6.3 Aanbeveling

Op basis van de behoudenswaardigheid van de compenseerschijf adviseert Archeodienst BV binnen deze locatie geen bodemingrepen toe te passen. Daarnaast wordt geadviseerd om de constructie in te passen in de toekomstige inrichting van het betreffende deel van de vliegbasis en te voorzien van een informatiebord. Nader onderzoek naar de constructie van het aslager, bijvoorbeeld in de vorm van archiefonderzoek, wordt wenselijk geacht. Ook kan het zinvol zijn om een metaaldetectoronderzoek rondom de betonnen schijf uit te voeren om te kijken of er meer fragmenten van markeringsplaatjes te vinden zijn.

Voor goedkeuring van dit advies kan contact opgenomen worden met de gemeente als bevoegd gezag.

6.4 Beantwoording van de onderzoeksvragen

- In hoeverre komen de thans gevonden restanten overeen met de op luchtfoto's zichtbare locatie, c.q. compenseerinstallatie?
De onderdelen van de compenseerschijf die tijdens het onderzoek aangetroffen zijn, lijken overeen te komen met de centraal aanwezige schijf. De concentrische ring rond de schijf, zoals die op luchtfoto's te zien is, is niet aangetroffen.
- Wat is de aard van de concentrische sporen rond de betonnen schijf?
De concentrische ring rond de schijf, zoals die op luchtfoto's te zien is, is niet aangetroffen. Evenmin zijn aanwijzingen gevonden in de vorm van bijvoorbeeld uitbraaksleuven of zichtbare vergravingen ter plaatse van de ring.
- Zijn er op de betonnen schijf of op de concentrische sporen rondom de schijf ook tekens of aanduidingen voor een gradenverdeling?
Een eventuele kompasroos of aanwijzingen daarvoor zijn niet gevonden.
- Met welk type compenseerschijf hebben we hier van doen?
Het betreft een compenseerschijf van een eenvoudige type, dat relatief laat in de oorlog geïntroduceerd werd.
- Wat is de aard en wijze van constructie van de compenseerschijf?
De compenseerschijf bestaat uit een centraal aslager en een ronde betonnen plaat daar omheen. Het aslager was gelagerd met glazen kogels en heeft verder naar verwachting grotendeels uit hout bestaan. Het gebruikte beton is ongewapend.

-  Zijn er in de uitsparing voor de middenas nog aanwijzingen voor een draaimechanisme en wat was de aard van het draaimechanisme?
Het draaimechanisme was opgebouwd als grote kogellager van beton, glas en waarschijnlijk hout, rond een centrale paal of stang. De exacte constructie van het aslager dient door aanvullend onderzoek (archiefonderzoek: bouwtekeningen) te worden bevestigd.
-  Hoe is de constructie opgebouwd, m.a.w.: bestond (en bestaat) de constructie uit één geheel of is er sprake van losse elementen, tezamen vormende een compenseer-installatie?
De constructie bestaat nog uit twee betonnen elementen; de basis van het aslager en de vlakke ronde betonplaat. Er is geen verbinding tussen beide onderdelen vastgesteld. Overige elementen van de installatie, zoals een kompasroos, zullen evenmin direct verbonden zijn geweest. De vermoedelijk houten bovenbouw van de installatie is niet behouden gebleven.
-  Welke materialen zijn voor gegeven compenseerinstallatie benut en kan er iets omtrent de kwaliteit, staat van huidige conservering en 'dus' kwaliteit en volledigheid van het aangetroffene worden gezegd?
De constructie bestaat uit twee betonnen elementen. Het aslager is nog in goede staat, de zand- en puinvulling van het lager heeft waarschijnlijk een positief effect gehad op de conservering. De betonplaat is ook in goede staat ook al vertoont hij breuklijnen. Het geheel is in situ zeker tentoonstellingswaardig.

6.5 Voorbehoud

Het uitgevoerde onderzoek is op zorgvuldige wijze verricht volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden. Het archeologische onderzoek is erop gericht om de kans op het aantreffen dan wel vernietigen van archeologische waarden bij bodemingrepen in het onderzoeksgebied te verkleinen. Aangezien het onderzoek is uitgevoerd door middel van een steekproef kunnen de onderzoeksresultaten geen zekerheid garanderen over de aan- of afwezigheid van archeologische waarden binnen het plangebied. Indien bij graafwerkzaamheden archeologische waarden worden aangetroffen dienen deze conform de Monumentenwet 1988, artikel 53, bij de gemeente gemeld te worden.

Boshoven, E.H., drs. R.S. Kok, drs. E.I. Schuurman & ir. J.A.T. Wijnen, 2012: *Onderzoeksgebied Vliegbasis Twenthe, gemeenten Enschede en Dinkelland; bureau en inventariserend veldonderzoek naar archeologische resten en een bureaustudie naar de relictten van de Fliegerhorst uit WOII*, RAAP-rapport 2473, Weesp.

CCvD (Centraal College van Deskundigen Archeologie), 2013: *Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie, versie 3.3*, Gouda.

Oude Rengerink, J.A.M., 2015: *Programma van Eisen. IVO-P Onderzoek kompenseerschijf Vliegveld Twenthe*, Enschede

NEN (Nederlands Normalisatie Instituut), 1990: *NEN-5104:1989 NL, Classificatie van onverharde grondmonsters*. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

Webpagina's:

- <http://dickveerman.nl/>
- <http://www.flugfeld-aspern.info>
- <http://geocaching.com>
- <http://www.luchtvaarterfgoed.be>
- <http://www.spitfiresite.com>

Lijst van afkortingen

<i>Term</i>	Omschrijving
<i>AD</i>	Anno Domini (datering na Christus)
<i>art.</i>	artikel
<i>BV</i>	Bouwvoor
<i>ca.</i>	circa
<i>CcvD</i>	Centraal College van Deskundigen Archeologie
<i>cm</i>	centimeter
<i>d</i>	donker
<i>drs.</i>	doctorandus
<i>etc.</i>	etcetera
<i>GPS</i>	Global Positioning System
<i>ha</i>	hectare
<i>ing.</i>	ingenieur
<i>ir.</i>	ingenieur
<i>IVO</i>	Inventariserend Veldonderzoek
<i>IVO-P</i>	Inventariserend Veldonderzoek, Proefsleuven
<i>j</i>	ja
<i>k</i>	kolom
<i>K</i>	klei
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>m</i>	meter
<i>m²</i>	vierkante meter
<i>mv</i>	maaveld (het landoppervlak)
<i>n</i>	nee
<i>N</i>	noord of aantal
<i>NAP</i>	Normaal Amsterdams Peil
<i>NEN</i>	Nederlandse Norm
<i>nr.</i>	nummer
<i>NV</i>	Natuurlijke verkleuring
<i>PvE</i>	Programma van Eisen.
<i>RD</i>	Rijksdriehoekssysteem (landelijk coördinatensysteem)
<i>v</i>	vondst
<i>W</i>	west

Verklarende woordenlijst

<i>Term</i>	Omschrijving
<i>Allesporenkaart</i>	Overzichtskaart waarop alle grondsporen zijn aangegeven die bij een archeologisch onderzoek zijn aangetroffen (secundaire veldtekening).
<i>Archeologie</i>	Wetenschap die zich tot doel stelt door middel van het bestuderen van de materiële nalatenschap inzicht te verwerven in alle facetten van menselijke samenlevingen in het verleden.
<i>Archeologische indicatoren</i>	Typische fenomenen zoals archeologisch vondstmateriaal of houtskoolconcentraties, die bij (boor)onderzoek aanwijzingen kunnen geven voor de aanwezigheid van een archeologische vindplaats ter plaatse of in de omgeving.
<i>C-horizont</i>	Een minerale of moerige horizont, die weinig of nauwelijks door bodemvorming is veranderd. Aangenomen wordt dat de bovenliggende horizonten uit soortgelijk materiaal zijn ontstaan (moedermateriaal).
<i>Complex</i>	Een eenheid bestaande uit meerdere met elkaar in ruimte, tijd en functioneel opzicht samenhangende structuren en/of individuele sporen.
<i>Conservering</i>	De mate waarin anorganische (aardewerk, steen, metaal, glas etc.) en organische archeologische resten (bot, zaden, hout etc.) bewaard zijn gebleven. Onder conservering wordt tevens verstaan het met speciale technieken en methoden verduurzamen van materiaal, met als doel het (langer) te kunnen behouden.
<i>Diachroon</i>	Door de tijd heen, maar op dezelfde plaats.
<i>Ensemblewaarde</i>	De meerwaarde die aan een vindplaats wordt toegekend op grond van de mate waarin sprake is van een landschappelijke en/of archeologische context.
<i>Gaafheid</i>	De mate van (fysieke) verstoring van de bodem en/of de (eventueel aanwezige) archeologische waarden, zowel in verticale zin (diepte) als in horizontale zin (omvang).
<i>GPS</i>	Global Positioning System. Meetapparaat waarmee met een ontvanger via satellieten de exacte positie op aarde kan worden bepaald.
<i>Herinneringswaarde</i>	De herinnering die een archeologisch monument oproept over het verleden.
<i>Horizont</i>	Laag binnen een bodemprofiel die zich door de kleur en andere morfologische kenmerken onderscheidt van boven- en/of onderliggende lagen die onderhevig zijn geweest aan bodemvorming.
<i>In situ</i>	Achtergebleven op exact de plaats waar de laatste gebruiker het heeft gedeponneerd of verloren. Behoud in situ: het behouden (niet roeren) van archeologische waarden in de bodem.
<i>Informatiewaarde</i>	De betekenis van een monument als bron van kennis over het verleden. De informatiewaarde wordt bepaald door de mate waarin (een opgraving van) het monument een bijdrage kan leveren aan nieuwe kennisvorming over het verleden.
<i>IVO</i>	Inventariserend Veld Onderzoek. Archeologisch onderzoek gericht op het verwerven van (extra) informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen een onderzoeksgebied, als aanvulling op en toetsing van de archeologische verwachting, gebaseerd op het bureauonderzoek.

KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie. De belangrijkste richtlijn voor archeologisch onderzoek in Nederland.
Laag	(ook wel horizont) Een vervolgbare grondeenheid die op archeologische of geologische gronden als eenheid wordt onderscheiden.
Onderzoeksgebied	Het begrensde gebied waarbinnen het archeologisch onderzoek plaatsvindt.
Oxidatie	Reactie met zuurstof (roesten/corrosie bij metalen; 'verbranding' bij veen).
Plangebied	Het begrensde gebied waarbinnen de realisering van de ontwikkelingsplannen beoogd wordt of plaats gaat vinden. Het gedeelte van dit gebied waarvoor geldt dat de plannen een potentiële bedreiging voor het archeologisch bodemarchief vormen, wordt in veel gevallen aangemerkt als het onderzoeksgebied voor archeologisch onderzoek.
Plateau	Een hoog gelegen vlakte
PvE	Programma van Eisen. Het PvE is een door een bevoegde overheid opgesteld of bekrachtigd document dat de probleem- en doelstelling van de te verrichten werkzaamheden van de vindplaats geeft en de daaruit af te leiden eisen formuleert met betrekking tot het uit te voeren werk.
Representativiteit	De mate waarin een bepaald type vindplaats typerend is voor een periode dan wel een gebied.
Schoonheid	De esthetisch-landschappelijke waarde van een archeologisch monument, die vooral in zichtbaarheid tot uiting komt.
Synchroon	Gelijktijdig, maar op verschillende plaatsen.
Verstoring	Aantasting van een gebied met archeologische waarden. Dit verschijnsel kan zich voordoen door erosie, afgraving of egalisatie, door (diepe) bewerking van de bovengrond, door zetting als gevolg van ophoging, door verdroging en verzuring.
Vindplaats	Een ruimtelijk begrensde gebied waarbinnen zich een concentratie van archeologisch materiaal, dan wel een verdichting van archeologische informatie bevindt.
Vondst	Alle soorten mobilia: roerende of roerend geraakte onderdelen van onroerende goederen afkomstig van archeologisch veldwerk of uit bestaande collecties.
Werkput	(ook wel put) Ruimtelijk begrensde eenheid ofwel uitgegraven gedeelte van een terrein waarbinnen (een deel van) het archeologisch onderzoek plaatsvindt.
Zeldzaamheid	Mate waarin een bepaald type monument schaars is (of is geworden) voor een periode of in een gebied.

Lijst van afbeeldingen

Afbeelding 0..1.1	Het plangebied bij aanvang van de werkzaamheden (foto genomen in noordwestelijke richting).	6
Afbeelding 1.1	Situering van het plangebied op de topografische kaart.	7
Afbeelding 1.2	Het plangebied op de objectenkaart van RAAP (Boshoven et al. 2012).	8
Afbeelding 2.1	Het KLM vliegtuig 'Reiger' is het eerste vliegtuig dat op 17 juli 1930 landt op het vliegveld.	9
Afbeelding 2.2	Toeschouwers genieten van een vliegtuigshow tijdens de openingsweek in september 1931.	10
Afbeelding 2.3	De landing van de Graf Zeppelin, 1932.	10
Afbeelding 2.4	De opening van de vliegveldterminal in 1933.	11
Afbeelding 2.5	Schaalmodel van de ND12 Ae compensateerschijf te Gilze-Rijen (defensie.nl)	14
Afbeelding 2.6	Een Junkers Ju 88 A op een compensateerschijf op de Duitse vliegbasis Bad Zwischenahn. Op deze foto is het stelmechanisme onder het staartwiel duidelijk zichtbaar (falkeins.blogspot.com).	14
Afbeelding 2.7	Het compenseren van een Junkers Ju 88 op een later model compensateerschijf. De houten ligger is dubbel uitgevoerd, waarbij de binnenste ligger in de lengte omhoog gebracht kan worden om het staartwiel te ondersteunen. De liggers kunnen handmatig door een aantal man voortgeduwd worden om op die manier de neus van het vliegtuig in de goede positie te richten. De gehele ondergrond lijkt op deze foto verhard te zijn (bron onbekend)	14
Afbeelding 2.8	Het compenseren van een grotere Junkers Ju 52 op een later model compensateerschijf. Onder het staartwiel is een houten bok te zien om het vliegtuig in de juiste positie te brengen. De houten ligger is waarschijnlijk enkelvoudig uitgevoerd. Rond de betonnen plaat is een kompasroos of een tredbaan te zien. Tussen de plaat en de kompasroos is duidelijk geen verharding aanwezig (bron onbekend)	15
Afbeelding 2.9	De compensateerschijf van vliegbasis Deelen op het Vrijland te Schaarsbergen (geocaching.com).	15
Afbeelding 2.10	Het plangebied op een luchtfoto uit 1944 (naar Boshoven et al. 2012).	16
Afbeelding 3.1	Sfeeropname tijdens de werkzaamheden.	17
Afbeelding 3.2	De aanleg van het vlak in werkput 3 met een drainagesleuf die parallel aan de sleuf loopt.	18
Afbeelding 4.1	De compensateerschijf met in het midden het aslager, voor aanvang van het onderzoek.	19
Afbeelding 4.2	Sfeeropname: het handmatig leeghalen van het aslager.	20
Afbeelding 5.1	Het vlak in werkput 1.	21
Afbeelding 5.2	De rand van de betonnen schijf (s1) in werkput 4.	22
Afbeelding 5.3	De rand van de betonnen schijf (s1) in werkput 2.	22
Afbeelding 5.4	Het aslager van de compensateerschijf te Sint-Denijs-Westrem (luchtvaarterfgoed.be).	23
Afbeelding 5.5	De compensateerschijf van Flugfeld Aspern (flugfeld-aspern.info).	23
Afbeelding 5.6	Dwarsdoorsnede van de compenserinstallatie en een detail in vlak en profiel van het aslager.	24
Afbeelding 5.7	Het schoongemaakte aslager van bovenaf gezien.	25

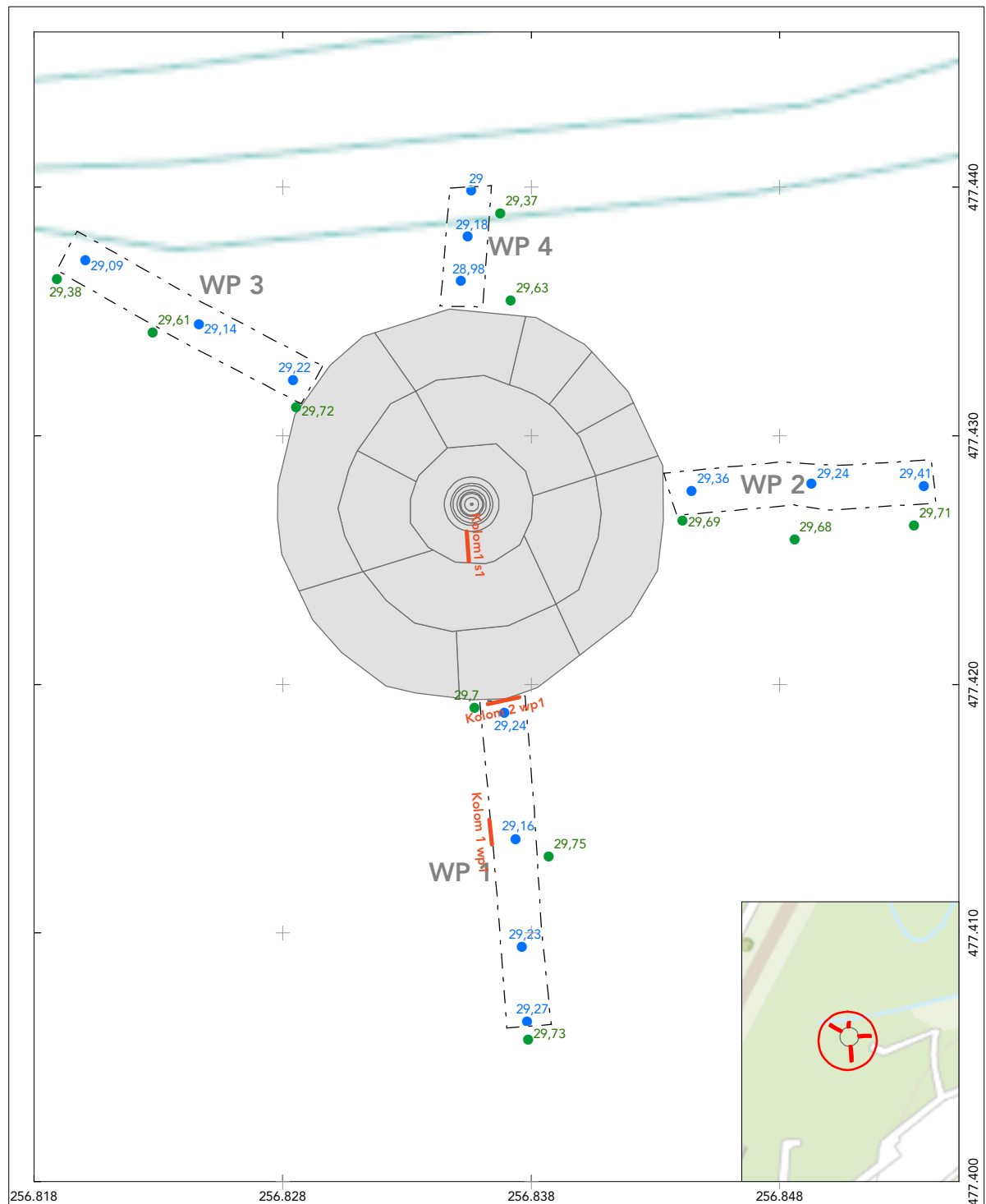
Afbeelding 5.8	Detail van het schoongemaakte aslager. Het centrale deel heeft duidelijk een veelhoekige wand als gevolg van de bekisting of mal waarin het beton is gegoten.	25
Afbeelding 5.9	In het beton van het aslager is een houten plug aanwezig.	26
Afbeelding 5.10	Fragment van een markeringsplaat van de vermoedelijke kompasroos.	26
Afbeelding 5.11	Een intacte markeringsplaat op de kompasroos van de compenseerschijf op vliegbasis Deelen (geocaching.com).	27
Afbeelding 5.12	Twee struikeldraad-lichtseinen (vnr. 3)	27
Afbeelding 5.13	Een reflecterende klinker (vnr. 3)	27
Afbeelding 5.14	Een aluminium schuimspaan (vnr. 3)	28
Afbeelding 5.15	Een groen geschilderd stuk beton (vnr. 3)	28
Afbeelding 5.16	Een dozijn glazen kogels, onderdeel van het lagermechanisme van de compenseerschijf.	28

Lijst van tabellen

Tabel 4.1	Afmetingen en m ² 's per werkput.	19
Tabel 6.1	Waarderingstabel vindplaats compenseerschijf.	30

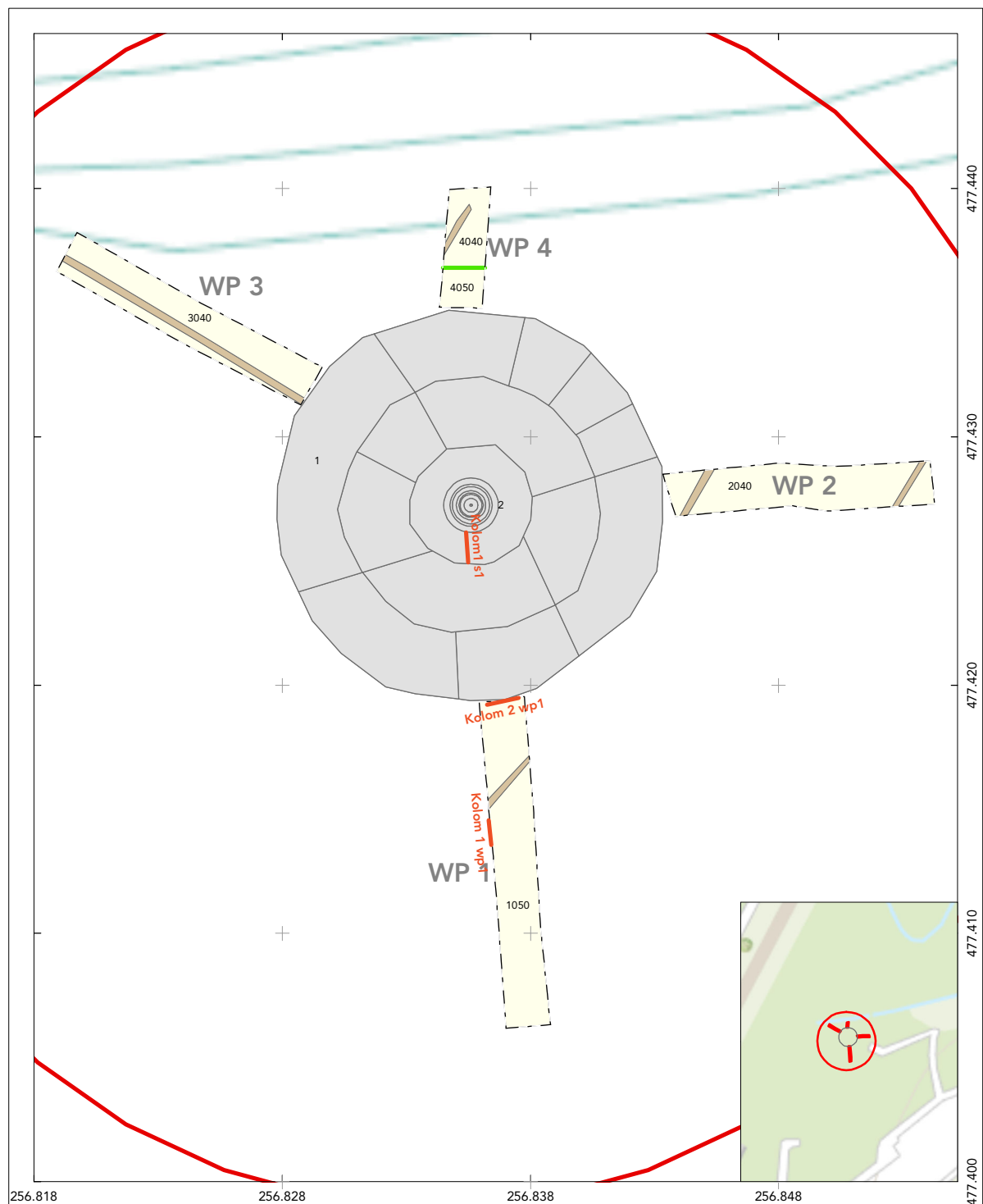
Lijst van bijlagen

Bijlage 1	Puttenkaart	38
Bijlage 2	Allesporenkaart	40
Bijlage 3	Schematische dwarsdoorsnede compenseerschijf	42
Bijlage 4	Reconstructies	44

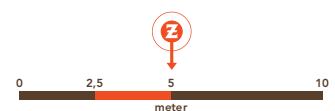


- Werkputgrens vlak 1
- Maaiveldhoogte
- Vlakhoogte vlak 1
- Profiel
- Compenseerschijf

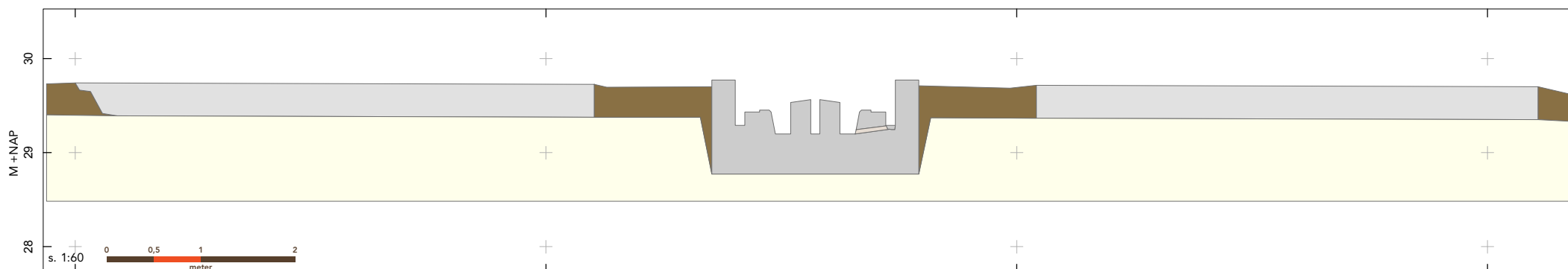




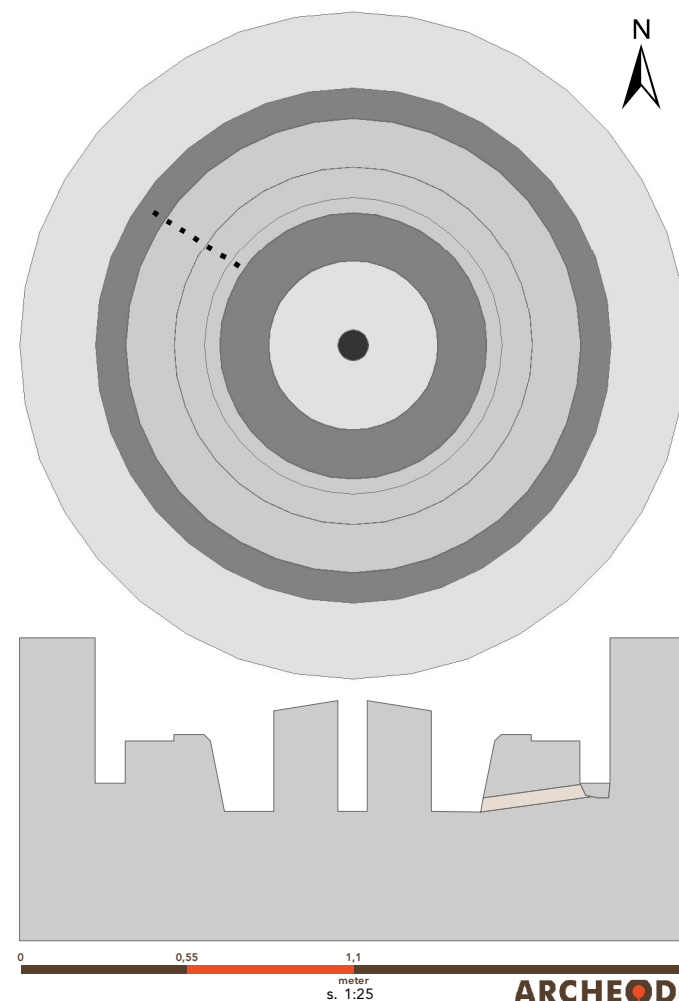
- Plangebied
- Werkputgrens
- Compenseerschijf
- Drainage
- Laag
- Trap in vlak
- Profiel



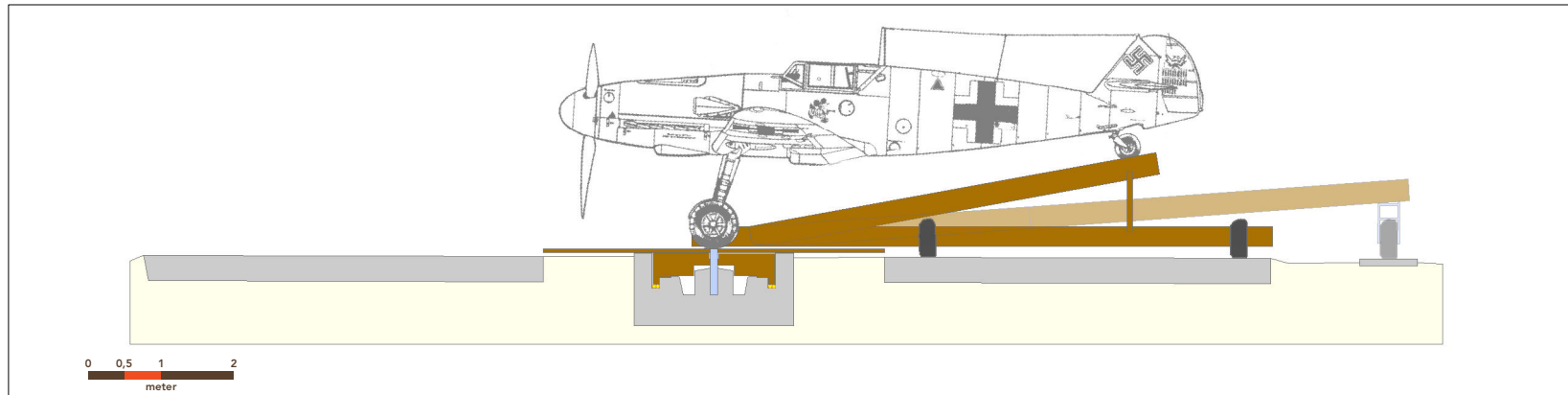
Schematische dwarsdoorsnede compenseerschijf en detail aslager



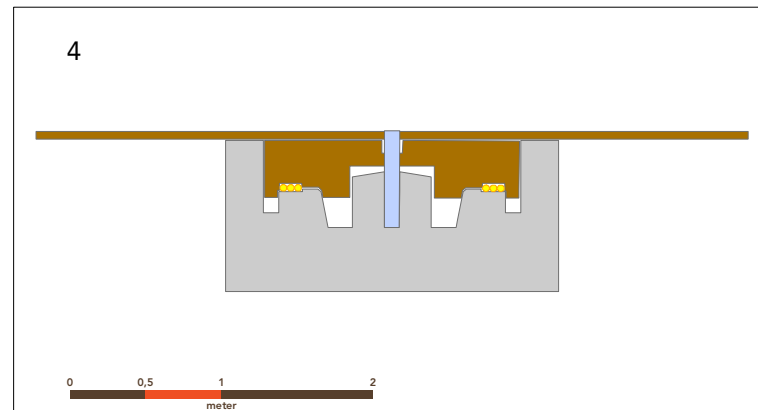
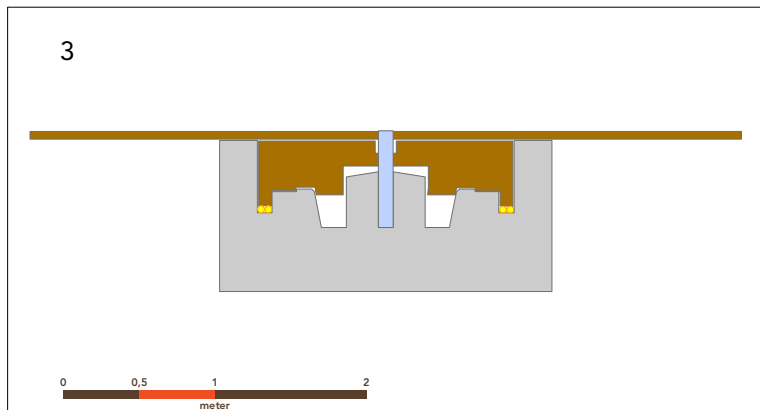
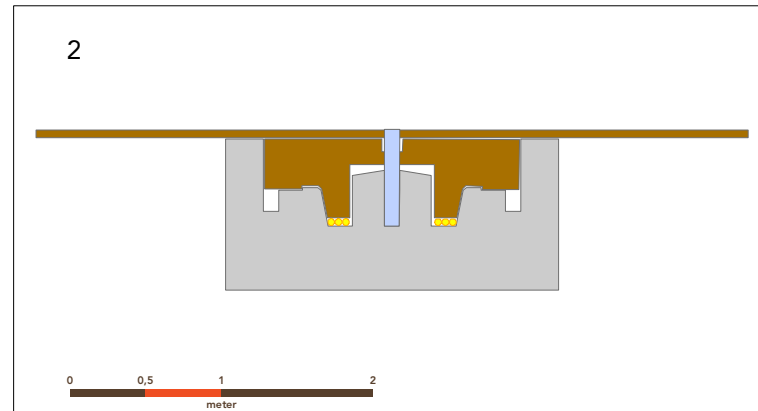
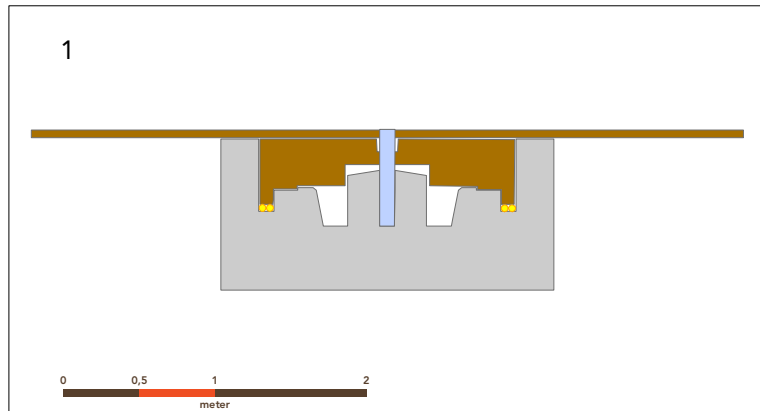
- Plateau
- Centraal aslager
- Houten plug
- Verstoorde bovengrond
- C-horizont
- ... locatie houten plug



Reconstructie compenseerschijf



- non ferro metaal
- hout
- glazen kogels
- wiel
- beton
- zand





ARCHEODIENST

www.archeodienst.nl

Postbus 297 / 6900 AG Zevenaar
Postbus 41124 / 9701 CC Groningen