

Drs. L.P. Schmit (1970) specialiseerde zich tijdens zijn studie geschiedenis in militaire geschiedenis en schreef zijn doctoraalscriptie over de modernisering van het Nederlandse leger tijdens de Eerste Wereldoorlog. Onderstaand artikel is een bewerkt hoofdstuk uit die scriptie en behandelt de ontwikkeling van gifgassen en de bescherming ertegen door het Nederlandse leger in de jaren 1914-1918.

Nederland en de gifgasoorlogvoering in de Eerste Wereldoorlog

Leo Schmit

Inleiding

In april 1915, ruim een half jaar na het begin van de Eerste Wereldoorlog, gebruikten de Duitsers in een poging de inmiddels vastgelopen loopgraafoorlog weer vlot te trekken voor het eerst gifgassen. In de buurt van Ieper lieten ze circa 150 ton chloorgas uit 5500 cilinders stromen naar de vijand. Over een front van vijf kilometer breedte lagen daar een Franse divisie en een Algerijnse divisie van het Franse koloniale leger. De Algerijnen en een groot deel van de Fransen vluchtten en lieten een ruim een kilometer breed front onbeschermd achter. Duitse eenheden rukten, slechts voor een deel voorzien van gasmaskers, over dat gehele front op. Tweeduizend krijgsgevangenen en eenenvijftig buitgemaakte artilleriestukken was het resultaat. Een echte doorbraak werd het niet; de aanval bleek geen groots opgezet offensief te zijn maar een experiment om de effecten en de te volgen tactieken bij het gebruik van gifgassen te kunnen bestuderen.

De uitkomsten van deze 'proef' waren niet onverdeeld positief. Het combineren van een gasaanval met een infanterieaanval bleek lastig. Alleen al de afhankelijkheid van de wind - om de eigen troepen niet in gevaar te brengen - verminderde de bruikbaarheid van gifgassen aanzienlijk en maakte het zelfs een hachelijke onderneming. Bovendien waren de Engelsen aan het front, gewaarschuwd door het Duitse experiment, al na zeer korte tijd uitgerust met een eerste soort gasmasker. Dat was niet veel meer dan een stuk linnen dat in bepaalde chemicaliën gedoopt bescherming bood nadat de gebruiker erop urineerde, maar voldeed in eerste instantie wel. Niet alleen de media en publieke opinie reageerden geschokt op het nieuwe wapen. Als reactie op het eerste gebruik van gifgassen bracht het Britse opperbevel een woedend bericht uit, maar vroeg - en kreeg - diezelfde dag ook toestemming van het Britse kabinet om gifgassen te gaan inzetten. Die gassen werden bijzonder snel ontwikkeld door groepen chemici en met inzet van de chemische industrie. Ook in Frankrijk werden chemici teruggehaald van het front of vrijgemaakt van universitair onderzoek om in speciale comités gifgassen en beschermingsmiddelen te ontwikkelen. Ook werden bij de legers van oorlogvoerende landen speciale compagnieën, meestal pioniers, opgeleid om de nieuwe wapens te vervoeren en bedienen. Enkele maanden na de Duitse introductie gebruikten alle strijdende partijen aan het Westfront gifgassen. De Grote Oorlog had daarmee in gruwelijkheid een nieuwe, ongekende hoogte bereikt.

Gifgassen worden vaak geassocieerd met massa's op gruwelijke wijze stervende soldaten. Maar al snel waren eenvoudige beschermingsmiddelen voorhanden. Constante aanpassingen aan de gifgassen en aan de gasmaskers hielden gelijke tred, zodat het - na de eerste onaangename verrassingen - vrijwel niet meer voorkwam dat een gifgasaanval grote gevolgen had. Het nieuwe wapen leverde vooral veel gewonden en een constante angst op; sterven door bijvoorbeeld mosterdgas was gruwelijk, langzaam en bijzonder pijnlijk. Zou het gasmasker ook beschermen tegen de eerstvolgende gasaanval? De uiteindelijke aantallen slachtoffers van gifgas waren relatief klein; in totaal raakten in de Eerste Wereldoorlog circa 107.000 Duitsers gewond door gifgassen, waarvan ongeveer 5% stierf. De Britten hadden 186.000 gewonden, waarvan circa 4% stierf en de Fransen 130.000 waarvan 17,5% stierf (het hogere Franse percentage was vooral te wijten aan het inferieure gasmasker). Die percentages waren, vergeleken met de effectiviteit van andere wapens, relatief laag. Gifgas was vooral een beangstigende bedreiging waarvoor frontsoldaten constant op de hoede moest zijn.

Wat het Nederlandse leger tijdens de Eerste Wereldoorlog heeft gedaan op het gebied van ontwikkeling van gassen en bescherming ertegen is een nauwelijks onderzocht terrein. Dit artikel beoogt niet politieke of ethische discussies rond het gebruik van gifgassen te behandelen, maar volgt slechts de ontwikkeling van gifgassen en de bescherming daartegen door het Nederlandse leger tijdens de Eerste Wereldoorlog.

De Nederlandse reactie

Direct na het eerste gebruik van gifgassen aan het Westelijk Front was het nieuwe wapen wereldnieuws. Ook in Nederlandse kranten en tijdschriften werd volop geschreven over de 'bedwelmende dampen' en 'stikgassen'. De legertop was - vanzelfsprekend - meer dan geïnteresseerd en liet direct mogelijkheden onderzoeken om in Nederland gifgassen te produceren. Al in juni 1915, twee maanden nadat strijdgassen voor het eerst waren ingezet, beschreef de directeur voor de Artillerie-Inrichtingen en Inspecteur der Vesting-Artillerie, generaal-majoor L.J. Scheltema, de mogelijke methoden om 'bedwelmende dampen' in te zetten. Hij rapporteerde aan de opperbevelhebber en chef van de generale staf, generaal C.J. Snijders, dat er volgens hem twee mogelijkheden waren: een wolk vormen door het spuiten van gassen uit cilinders die onder druk staan óf door met gas gevulde (hand)granaten te gebruiken. Scheltema drong aan op een spoedige keuze in verband met de beperkte verkrijgbaarheid van chemicaliën. Zijn oproep was niet aan dovemansoren gericht. Minister van Oorlog N. Bosboom gaf nog dezelfde maand toestemming om uit het geheime budget grondstoffen en apparatuur voor de bereiding van 5000 kilo dimethylsulfaat te financieren en voor het doen van de bijbehorende proeven.

Het Nederlandse leger moest voor het onderzoek naar verspreidingsmethodes en productiemogelijkheden chemici aantrekken. Geschikte chemicaliën - de samenstelling van de gebruikte gassen was immers niet bekend - moesten worden geselecteerd en getest, en er moesten in elk geval met grote spoed gasmaskers worden ontwikkeld. Vanuit de generale staf werd daarom direct centraal leiding gegeven aan het gehele project; luitenant-kolonel D. Merens van het Bureau van de generale staf werd hoofdofficier van de gasdienst en was bij wat de gasoorlog betraf altijd direct betrokken. Hij en de inspecteur der geneeskundige dienst, generaal-majoor A.A.J. Quanjier, onder wiens hoede inmiddels gasmaskers ontwikkeld werden, zouden samen bij het testen van gassen en maskers betrokken worden. Centraal geleid kon vaart achter de ontwikkelingen worden gezet.

Anders dan bij andere vernieuwingen en aanpassingen aan het wapenarsenaal, werd het door Snijders nodig geacht zeer expliciet op geheimhouding aan te dringen:

De aangelegenheid dient beschouwd te worden als van volstrekt geheimen aard, zoowel om te beletten, dat buitenlandsche mogendheden ten aanzien van onze voornemens in deze richting worden ingelicht als om polemieken omtrent het gebruik van vergiftige gassen in de pers te voorkomen.[1]

Buizenstelsels, koolzuurcilinders en de gascompagnie

Het Nederlandse leger kocht in juli 1915 alle in Nederland aanwezige bruinsteen op, waarvan het gewenste dimethylsulfaat gemaakt kon worden. Dat giftige gas zou in cilinders en zogenaamde loopgraafketels worden opgeslagen en, onder druk gebracht, via een buizensysteem worden losgelaten, zoals dat ook bij de oorlogvoerende mogendheden werd gedaan. Net als de chemicaliën waren de cilinders waarin het gas moest worden opgeslagen moeilijk verkrijgbaar. Na mislukte pogingen om in Duitsland cilinders te kopen - de leverancier kreeg - uiteindelijk van de Duitse overheid begrijpelijkerwijs geen uitvoervergunning - konden elders wel duurdere cilinders gekocht worden; het Nederlandse leger werd voorzien van driehonderd cilinders en ketels. Later werden nog eens enkele duizenden cilinders aangeschaft.

Het was in eerste instantie niet de bedoeling elke soldaat bekend te maken met het nieuwe gifgaswapen. In centrale en veilig gelegen fabrieken binnen de vesting Holland werd het gifgas gemaakt. De Sociëteit voor Chemische Industrie in Katwijk ontwikkelde een succesvol productieproces, waarna het leger orders plaatste voor de aanmaak. Daarnaast werd door de Verenigde Chemische Fabrieken bij Kralingse Veer een nieuwe fabriek gebouwd. In de gifgasfabrieken werkten speciaal daartoe overgeplaatste dienstplichtigen en arbeiders met nuttige specialismen, zoals loodbranders. Zo kon relatief veilig en beschermd het giftige goedje gebrouwen worden. Bij de fabrieken lagen speciaal omgebouwde binnenvaartschepen afgemeerd, die het gas naar vooraf bepaalde locaties in de buurt van de linies konden vervoeren. Dat vervoer gebeurde wederom door speciaal personeel. Het werk was namelijk bepaald niet zonder gevaar. Vooral de overslag van het vloeibare gas vanuit de fabriek naar het schip en van het schip in de cilinders en ketels, was een riskante onderneming. Vanaf de aanlegsteigers zouden de gevulde cilinders met bijbehorende materialen (spuitkoppen, slangen en buizen) door een colonne vrachtauto's onder leiding van een speciale eenheid naar het front gebracht worden. Die speciale eenheid was de zogenaamde gascompagnie. Het personeel was organiek ingedeeld bij het garnizoens-detachement van de brigade grenadiers en jagers in Den Haag. De gascompagnie bestond uit twee officieren, drie onderofficieren en vijfenzeventig manschappen, waaraan later de dienstplichtigen die in de fabrieken werkten werden toegevoegd. De compagnie stond onder bevel van de chemicus en reserve-eerste luitenant Thomnus. Hij was bovendien lid van de Chemische Commissie van het Munitiebureau die de werkzaamheid van allerlei gifgassen onderzocht. Zo werd verzekerd dat iemand met voldoende kennis van zaken met de gevaarlijke gassen omging en leiding gaf aan kundig personeel. Het risico van ongevallen werd daardoor geminimaliseerd. Voor zover bekend hebben er tijdens de Eerste Wereldoorlog dan ook geen ongevallen met dodelijke afloop met gifgassen plaatsgevonden.

De aflevering van de materialen zoals cilinders en loopgraafketels liep goed. Eind 1917 waren vrijwel alle gewenste spullen op voorraad en inzetbaar; met honderd tegelijk konden de ketels en cilinders gevuld worden vanuit de grote aanvoertanks van de schepen. Alle ketels en cilinders, inmiddels zo'n zevenduizend in totaal, waren voorzien van afsluiters en kranen, en per twee stuks van slangen met spuitkoppen, en alles was groen geverfd. Zo kon, theoretisch, uit vijfendertig-honderd ketels tegelijk gas worden losgelaten. Bovendien konden er bij een tweede mobilisatie

de in Nederland aanwezige koolzuurcilinders, waarvan elk café er meerdere had om de biertap van druk te voorzien, worden gevorderd en omgebouwd. De afsluiters en slangen daarvoor waren in aanmaak. Voor dit onderdeel van de gifgasoorlog was Nederland nu naar behoefte voorzien.

Oefening van de troepen

De troepen moesten uiteraard wel geoefend worden in de omgang met gifgassen. In de zomer van 1917 bijvoorbeeld werd geoefend op de heide bij Udenhout. Het was een op de pers en publiciteit gerichte demonstratie, getuige de foto's en beschrijvingen in het blad Het Leven.[2] Daaruit is goed af te leiden op welke manier de gifgascompagnie het gas losliet. Dat lijkt sterk op de manier waarop de Duitse 'stinkpionieren' het gas uit de cilinders lieten lopen en ook het buizen- en leidingstelsel van de Britten was vergelijkbaar met de Nederlandse apparatuur.

Reguliere eenheden infanterie van het vestingleger gingen oefenen met gifgassen, op groter en realistischer schaal dan de demonstratie die in Het Leven stond beschreven. Onder leiding van Merens oefenden de eenheden in het vervoeren, installeren en gebruiken van de gifgasketels nadat die door de gascompagnie waren afgeleverd aan het front. Het vechten onder de condities van de loopgraaf- en gifgasoorlog werd zo nagebootst.

Hoe realistisch de oefeningen waren blijkt uit de beschrijving van een oefening van een compagnie infanterie, de groep Lunetten van de Nieuwe Hollandse Waterlinie, in juli 1917 in de buurt van fort Rijkpauwen. De eenheid van honderd man werd verdeeld in twee echelons van vijftig man, die elk vijftientig ketels (van zestig kilo per stuk!) met toebehoren naar tevoren vastgestelde opstelplaatsen moesten brengen. De ketels werden dan in twee linies geïnstalleerd. In de daarvóór gelegen voorste linie installeerden slechts enkele soldaten zich. De ketels werden in de tweede en derde linie ontdaan van de beschermingsdoppen en de spuitbuizen en slangen werden aangekoppeld. Bij een gefingeerde vijandelijke aanval stormden de troepen naar de voorste twee linies, mét medeneming van alle ketels, slangen en buizen! Dan kon vanuit de voorste twee linies over een breedte van vijfenzeventig meter gas worden losgelaten. Of het realistisch was om in gevechtssomstandigheden 100 man 50 ketels van 60 kilo per stuk en bijbehorende buizen en slangen over vijfenzeventig meter gehaast en gedekt te verplaatsen is de vraag.

Bescherming tegen de vergiftigde dampen

Het Nederlandse leger ondernam snel stappen om zich te voorzien van gifgassen. Maar daarnaast moesten de soldaten ook beschermd worden. De eerste die een verzoek voor beschermingsmiddelen tegen een gasaanval indiende, in juni 1915, was de commandant van de troepen in Zeeland. Voor twee bataljons die bij een vijandelijke landing afgezonderd zouden kunnen raken verzocht hij respiratoren, ademhalingsapparaten, en zuurstofkoffers voor de verbandplaatsen, omdat het gebleken is dat door oorlogvoerende mogendheden van verstikkende gassen gebruik gemaakt wordt. [3]

In de daarop volgende periode correspondeerde de generale staf druk met de inspecteur van de geneeskundige dienst over de mogelijkheden van aanschaf van gasmaskers. Van de minister werd toestemming verkregen voor de aanschaf van vijftientigduizend gasmaskers, model A. Het masker bestond uit niet meer dan een leren (motor)bril en een met chemicaliën geïmpregneerd doekje dat met touwtjes voor de mond werd gebonden. De fabrikant, de Nederlandse firma Van Borselen, meldde dat het gevraagde aantal in februari 1916 gereed zou zijn, en dat er daarna wekelijks vijftientighonderd geleverd konden worden. Onmiddellijk

werden nog eens vijftienduizend exemplaren besteld. Gedurende de tweede helft van 1916 werden de maskers afgeleverd en werden uitgebreide tests te velde gedaan door infanterie-eenheden, zoals het lopen, rennen, kruipen en schieten met het masker op. De maskers voldeden niet aan de eisen. In februari 1917 bestelde de inspecteur van de geneeskundige dienst daarom vijftigduizend gasmaskers van een nieuwer type, model B. Dit masker bestond uit een gelaatsbedekkende gummidoek met daarin een filter en bril en bood een veel betere bescherming dan model A.

De aantallen maskers die besteld werden waren in deze periode nog beperkt omdat alleen de eenheden van het vestingleger met maskers zouden worden uitgerust; de mobiliteit van het veldleger zou het veel minder kwetsbaar voor gifgasaanvallen maken. Naar aanleiding van ontwikkelingen in de oorlog veranderde de behoefte aan maskers drastisch. Snijders stuurde de minister van Oorlog in mei 1917 een spoedbericht:

Het is gebleken, dat bij de oorlogvoerende mogendheden meer en meer op den voorgrond treedt het schieten met Granaten van middelbaar en groot kaliber, gevuld met stikgassen, zoodat bij de strijdende legers alle soldaten te velde tegen de uitwerking daarvan beschermd worden door een gasmasker en niet alleen - zooals oorspronkelijk werd aangenomen - meer in het bijzonder de troepen, die in een stellingoorlog in de voorste linie optreden. [4]

Snijders rekende voor dat het Nederlandse leger nu vierhonderdduizend maskers nodig had. Hij vroeg de minister toestemming om de benodigde grondstoffen voor de aanmaak te vorderen om tijdswinst te boeken en kreeg binnen een week toestemming.

Ondanks de hoge prioriteit en budgetten liep de productie van gasmaskers continu vertragingen op. Voor de inspecteur van de geneeskundige dienst was dat in juni 1917 reden een openhartige brief aan de opperbevelhebber te sturen. Daaruit bleek dat het volledig mis ging met de productie en aflevering van de maskers en dat verbetering in die situatie niet was te verwachten. Wel bleek er een goed alternatief voor het huidige masker te bestaan:

Inmiddels is mij door den militairen apotheker der re klasse J.E.H. van Waegeningh een gasmasker getoond, hetwelk door de firma Otten te Breda is aangemaakt, en waarvan ik Uwe Excellentie een tweetal exemplaren doe toekomen [waarvan een der bussen met een stof gevuld is die het vermogen bezit de meeste, zoo niet alle gebruikt wordende giftige gassen te binden [...]. Bij dat soort maskers [is] voor geene stagnatie in den aanmaak te vreezen [...]; een voordeel van deze maskers is bovendien dat massaproductie in verschillende fabrieken mogelijk is. Het komt mij dan ook voor, dat er alle reden is, met spoed een proef te doen nemen met deze maskers.[5] ‘

Materiaalgebrek frustreerde de productie van gasmaskers, terwijl slechte afspraken dwangmaatregelen jegens de leverancier uitsloten. Maar het betere type masker - dat volgens de inspecteur bovendien zonder uitstel geproduceerd kon worden - van Van Waegeningh en Otten kon alleen via diezelfde leverancier worden aangekocht! Een langslappende juridische strijd over de rechten en de aankoop prijs was het gevolg.

Tijdens die juridische strijd werkte Van Waegeningh door aan alternatieve modellen en zuiverende vullingen van de maskers. De bestaande vullingen van alle maskers bleken bijvoorbeeld niet te beschermen tegen fosgeen, dat inmiddels aan het front door de strijdende partijen werd gebruikt. Tegen blauwzuur, SO₂ en chloor beschermde de gebruikte vulling wel. De uitkomst van vergelijkende tests was dat het masker van Van Waegeningh na enkele kleine aanpassingen veruit te verkiezen was boven elk ander model. In januari 1918 presenteerde Van

Waegeningh zijn uiteindelijke versie van het gasmasker, model C. Het masker had drie vullingslagen en gaf een zeer goede urenlange bescherming tegen 502, blauwzuur, chloor en tegen fosgeen. Een zeer goed gasmasker en een bijzondere prestatie van de apotheker, die vanwege zijn masker zelfs benaderd was door een geïnteresseerde Duitse regering. Van Waegeningh rook zijn kans en meldde de generale staf af te zullen zien van verkoop aan Duitsland als Nederland hem voor zijn vinding zou belonen! Een nieuwe juridische strijd over de kostprijs en rechten op het produceren, leveren en exporteren van de maskers ging door tot het einde van de oorlog, zonder duidelijke uitkomst. Productie en levering van de maskers, van elk model, bleef mede daardoor een groot probleem. Zo meldde de nieuwe minister van Oorlog De Jonge in mei 1918 aan de regering dat er vijftigduizend gasmaskers beschikbaar waren en dat er vijftienduizend per week geproduceerd werden, tot een maximum van honderdduizend stuks wegens materiaalgebrek. Snijders moest de minister echter enkele weken later melden dat er slechts vijftienduizend maskers daadwerkelijk beschikbaar waren, waarvan er slechts ongeveer vijfduizend waren uitgereikt aan de troepen. Het voorzien van de troepen van goede gasmaskers is tot het einde van de oorlog een onopgelost probleem gebleven.

Oefening met de maskers

Naast het vervaardigen van goede gasmaskers in voldoende hoeveelheden was oefening in het gebruiken van die gasmaskers natuurlijk van groot belang. In de zomer van 1918 werd dat uiteindelijk systematisch aangepakt en kende de minister een krediet toe voor de bouw van zogenaamde gaskamers (tegenwoordig maskeroefenruimtes genoemd). Uit verschillende legereenheden werden daarnaar zogenaamde gasmasker-officieren gezonden, die een opleiding kregen in het testen van maskers en het onderwijzen van het gasmaskergebruik aan de eigen eenheden.

Snijders ging nog verder met de instelling van specialisten tot op compagniesniveau in het leger. Op 1 november 1918 (!) berichtte hij zijn ondercommandanten dat per brigade zogenaamde brigade-gasinspecteurs moesten worden aangewezen, die een driedaagse cursus zouden krijgen. Deze brigade-gasinspecteurs moesten cursussen gaan geven aan gasmaskerofficieren, die weer de onderofficieren-gascontroleurs moesten opleiden. Zo zou tot op compagniesniveau het gehele leger worden voorzien van speciaal opgeleid personeel dat de troepen kon onderwijzen in de gifgas-bescherming. Vanwege het einde van de oorlog tien dagen na de opdracht van de opperbevelhebber is het niet meer tot uitvoering van die plannen gekomen.

Gifgas in mortiergranaten als alternatief

In eerste instantie was er dus gewerkt aan gifgasproductie en verspreiding via cilinders en buizenstelsels door specialistische eenheden en aan gifgasbescherming. Gezien de invloed van de wind werden andere methodes om het gas op de plaats van bestemming te krijgen ook onderzocht. De eerste rapporten over de toepassingsmogelijkheden van gifgassen uit 1915 spraken al van het verspreiden van gas door granaten. Technisch was het veel ingewikkelder om gassen in granaten te vullen dan in cilinders, maar granaten waren veel minder afhankelijk van het weer en de windrichting. Granaten waren ook beter bruikbaar als verrassingswapen dan de langzaam aandrijvende wolken die aangekondigd werden door het gesis van ontsnappend gas uit de cilinders. De oorlogvoerende landen stapten tijdens het verloop van de oorlog over op het gebruik van gifgasgranaten, een stap die Nederland ook zou gaan maken.

Het Munitiebureau stuurde Snijders in het voorjaar van 1916 een verslag van kleinschalige proeven met aangepaste mortiergranaten van 10 cm gevuld met SO₂. De gasafdichting van de granaat was beter dan van de normale granaat; een aantal van die normale granaten van 10 cm,

gevuld met SO₂, hadden gelekt bij het nemen van de proeven! De mortiergranaten van 10 cm waren bedoeld voor gebruik op kortere afstanden en door de kromme baan van het projectiel uitstekend geschikt in de loopgraafoorlog. Uit de correspondentie over de testen bleek dat de generale staf de giftigheid van gasgranaten zag als van secundair belang; primair bleef de scherfwerking. De granaten werden daarom voorzien van een kleine springlading van pikri-nezuur, maar schaarste dwong gebruik van het minder krachtige trotyl af. De discussie rond de vulling, uitvoering en werking van de granaten ging dan ook vooral om de explosieve kracht van de granaat en hoe deze te behouden was, terwijl tegelijkertijd toch een goede gaswolk moest worden gevormd; een granaat met een dubbele werking.

Het Munitiebureau adviseerde om de gehele voorraad mortiergranaten tot SO₂-granaten om te bouwen. De SO₂-wolk die gevormd werd door deze granaten bleef laag bij de grond hangen en was binnen enkele tientallen seconden fataal. De commissie van proefneming, die de testen onder leiding van Merens had uitgevoerd, wees erop dat de gaswolk troepen in elk geval dwong om zich uit de voeten te maken, waardoor ze bloot zouden staan aan de scherfwerking van de granaten. De combinatie van scherfwerking en gaswolk leek geslaagd.

Daarop werden in het najaar van 1916 alle 10 cm mortieren en de bijbehorende munitie omgebouwd en bestemd voor het gebruik van gifgas; vanuit de algemene geschutsreserve (32 stukken) en het algemeen verdedigingspark (20 stukken) zouden de mortieren dáár kunnen worden ingezet waar dat nodig werd geacht.

Na de geslaagde ombouw van de 10 cm mortiergranaten werden de 15 cm granaten van de artillerie het onderwerp van onderzoek. Het grootste deel van het Nederlands artilleriegeschut was van dit type en het was de logische stap na aanpassing van de kortedrachtswapens, de mortieren.

De chemische commissie van het Munitiebureau werkte hard maar zonder veel aantoonbaar resultaat aan de verbetering en vervolmaking van de gifgasgranaat van 15 cm. Rapporten over giftige vulstoffen, de productiewijze en de verkrijgbaarheid van de benodigdheden volgden elkaar gestaag. Discussies werden gevoerd of gasgranaten tijdens normale artilleriebeschietingen moesten worden verschoten om het de vijand extra lastig te maken, of dat het affectiever was een gasoverval te plegen door onverwacht een grote hoeveelheid gasgranaten te verschieten. De granaten zelf bleken nog altijd niet te voldoen aan de meest basale eis van lektheid. Een ander probleem was de ontsteking van de granaat vlak boven de grond; dat gaf de meest effectieve scherfwerking en bovendien een goede gaswolk. Maar de granaten waren bijna allemaal voorzien van schokbuizen, die pas bij inslag in de grond explodeerden. Daardoor verloor de granaat een groot deel van de scherfwerking en mislukte ook het vormen van de gaswolk. De schokbuizen moesten dus worden vervangen door tijdbuizen, die eerst geperfectioneerd moesten worden, een klus op zich.

De kennis van chemicaliën en productiemoeilijkheden

Voor de vulstof, de giftige stof die voor de dodelijke gaswolk moest zorgen, bleef de gehele oorlog voor hoofdbrekens zorgen. Vanaf het voorjaar van 1916 werden grote hoeveelheden 'zwavelig zuur' als grondstof voor SO₂ aangemaakt. Om de productie te vergroten bouwde de producent, de Verenigde Chemische Fabrieken bij Kralingse Veer (Rotterdam), zelfs een compleet nieuwe fabriek. De fabriek kreeg een reusachtige order ter waarde van vierhonderdduizend gulden voor de productie van het gas.

De afhankelijkheid van het leger van de betreffende chemische fabriek was groot omdat er geen oorlogs- of noodtoestand heerste in Nederland. Vordering van productiemiddelen was daardoor

niet of nauwelijks mogelijk en aankoop in het buitenland was sowieso uitgesloten; Nederland was immers omsloten door oorlogvoerende landen.

Ondanks de bouw van de nieuwe fabriek was de minister van Oorlog niet gerust op de voortgang. Hij verzocht het munitiebureau na te gaan op welke wijze de dagproductie kon worden verhoogd zodat in oorlogstijd verbruikt gas sneller aangevuld kon worden. Het rapport van het munitiebureau meldde dat de huidige productie van SO₂ bij de fabriek bij het Kralingse Veer drieduizend kilo per dag was omdat de commerciële zwavelzuurfabriek gewoon doorwerkte. In oorlogstijd kon dat gedeelte buiten bedrijf worden gesteld en de productie naar 5 à 6000 kilo per dag stijgen. De in aanbouw zijnde fabriek bij Zwijndrecht was veel kleiner; in vreedstijd kon daar 1000 kilo per dag worden geproduceerd, in oorlogstijd 1500. De totale productie kwam daarmee op 4000 kilo in vreedstijd per dag en 6500 kilo in oorlogstijd. Voor de opslag waren twee tankschepen beschikbaar, wat voorlopig voldoende was. Om de productie écht te vergroten zou een extra fabriek moeten worden gebouwd, maar de moeilijkheid was - buiten de begrootte kosten van die extra productie - dat het benodigde lood voor de apparatuur uit de Verenigde Staten moest komen.

Overigens lag de dagproductie lager dan verwacht en in oktober 1917 was slechts voldoende voorraad aanwezig was om éénmaal gifgas op een breed front in te zetten. Het munitiebureau legde uit dat door een berekeningsfout de capaciteit van de twee opslagschepen niet 620 maar 520 ton was. De productiedoelstelling was daaraan aangepast. Op dat moment was er, zo meldde het Munitiebureau, 380 ton gifgas opgeslagen. De geplande 520 ton zou in februari 1918 gereed zijn. Ondanks de ontevredenheid van Snijders over de productiesnelheid van de gifgassen zag hij nog altijd veel heil in het middel, zij het vanuit een negatieve redenering:

Omtrent de waarde als aanval- en verdedigingsmiddel van het stikgas in loopgraafketels teken ik nog het volgende aan, in verband met het feit dat bij de oorlogvoerende mogendheden de toepassing van stikgas op deze wijze blijkbaar meer en meer op de achtergrond komt en de gasgranaten een hoe langer hoe groter rol gaan spelen. [...]

Het stikgas, op een breed front ontwikkeld uit ketels en cylinders, is een wapen voor de nabijstrijd; de gasgranaten dienen voornamelijk voor den strijd op grooten en afstanden. Dit wapen voor den nabijstrijd is speciaal voor onze troepen van groote waarde, omdat wij slechts kunnen beschikken over een volstrekt onvoldoende aantal mitrailleurs. Een groot aantal mitrailleurs zou te verkiezen zijn boven de toepassing van stikgas op kleine afstanden, omdat het gebruik van mitrailleurs niet afhankelijk is van de omstandigheid, of de wind al dan niet in een voor ons gunstige richting waait. Zoolang wij echter niet over die mitrailleurs beschikken, blijft het stikgas in ketels en cylinders een waardevol hulpmiddel zoowel voor den aanval, onder daarvoor gunstige omstandigheden, als voor de verdediging van versterkte stellingen. [6]

De gifgassen die als wolk richting vijand werden losgelaten kenden dus nogal wat nadelen, maar bij gebrek aan beter (lees: mitrailleurs had het leger er voorlopig genoeg mee te nemen). Door gebrek aan kennis van de chemische stoffen die als gifgas ingezet konden worden volgden vele rapporten over mogelijk bruikbare stoffen elkaar op. Zelfs de testmethoden moesten uitgevonden worden; meting van concentraties giftige stof per liter lucht bijvoorbeeld was een noviteit. Ook wisten de chemici niet goed hoe de giftigheid van een stof getest kon worden. Zo verstreken maanden en maanden, waarin gezocht werd naar betere, giftiger middelen. De chemische commissie van het Munitiebureau stelde na onderzoek van allerlei stoffen voor om SO₂ te vervangen voor fosgeen; fosgeen was vele malen giftiger dan SO₂ en de bescherming ertegen was veel moeilijker. De giftigheid van dimethylsulfaat, waarmee de

cilinders en loopgraafketels werden gevuld, stond ook ter discussie. Professor Franchimont meldde:

dat hij reageerbuisjes en flesschen onder afsluiting met den duim schudde, waarbij dit lichaamsdeel met dimethylsulfaat rijkelijk bevochtigd werd, zonder dat hij ooit hiervan Benige schadelijke uitwerking merkte

Dimethylsulfaat werd na nader onderzoek inderdaad afgewezen vanwege de gebrekkige 'stopping power'. Op een wat bizarre wijze was dat verder getest:

De giftigheid dezer stof wordt veelal overdreven, zooals opgemaakt kan worden uit het feit, dat de militair-apotheker dr kl. Van Waegeningh, na Benige proefnemingen, met opzet dimethylsulfaat op zijn tuniek heeft gestort en daarmee de geheelen dag is blijven loopen, zonder eenige schadelijken gevolgen te ondervinden

De commissie stelde voor om meerdere gassen gecombineerd toe te passen, want dan zou bescherming ertegen veel moeilijker worden. Fosgeen was geschikt bevonden, en het munitiebureau onderhandelde met twee chemische fabrieken over de productie. Voor het maken van fosgeen was chloor nodig, en chloor zelf was ook geschikt als vullinggas. In afwachting van de productie van fosgeen, waarvoor productielijnen moesten worden ontwikkeld, kon de bestaande voorraad chloor tijdelijk als vervangende stof dienen. Blauwzuur was extreem giftig en werd daarom ook als een mogelijke vulstof onderzocht. Een probleem was dat het lichter dan lucht is en dus niet laag bij de grond zou blijven hangen, maar een minstens zo groot probleem was dat het zo gevaarlijk is dat geen enkele fabrikant bereid werd gevonden het te produceren! SO₂ bleef ook geschikt, niet zozeer vanwege de giftigheid maar vanwege de mogelijkheid chloor, fosgeen en SO₂ afwisselend en gelijktijdig te gebruiken. Dat dwong bij de vijand een gecompliceerde bescherming af; de gasmaskervulling moest bij elk van de drie gassen anders zijn. De drie gassen waren bovendien toepasbaar in hetzelfde soort granaat en de productie leek niet op onoverkomelijke bezwaren te stuiten; grondstoffen waren voldoende voorhanden en fabrieken konden eventueel bijgebouwd worden. Alles leek dus in orde en de productie werd voortgezet. Snijders echter hechtte weinig waarde aan het gebruik van meerdere gifgassen en was daar cynisch over:

[...] dat men door gebruik van verschillende gassen een vijand dwingt tot een zeer samengestelde vulling voor zijn gasmasker, (wordt) door mij niet hoog [...] aangeslagen. Eerst als men zekerheid heeft over de vulling van vijandelijke gasmaskers kan men met belangrijke kans op uitwerking een gas toepassen, waartegen die vulling niet beschermt: vermoedelijk beschermen echter de gasmaskers der oorlogvoerende mogendheden in het tegenwoordige stadium wel tegen de meeste gassen, die door ons kunnen worden toegepast.

Pas in augustus 1918 leverde het aanmaken van fosgeen als vulling voor gifgasgranaten geen problemen meer op en kon worden begonnen met de massaproductie van de gevraagde vijftigduizend kilo fosgeen naast de bestaande SO₂ productie.

Ook na het besluit deze drie stoffen te gebruiken bleef het moeilijk de effectiviteit van de verschillende gassen te testen. Luitenant-kolonel Merens wilde wel verdere proeven laten doen om de effectiviteit van de gifstoffen te onderzoeken, maar:

Proeven met levende dieren worden ontraden. Bij proeven met stikgaswolken uit cylinders op een breed front is gebleken, dat dieren zeer veel meer weerstandsvermogen tegen stikgassen hebben dan de mensch, inzonderheid de lager georganiseerde dieren als marmotten. Doch zelfs van het meest gevoelige dier - de hond - is gebleken, dat hij zat te kwispelstaarten in een atmosfeer, die voor den mensch volstrekt onhoudbaar was.[7]

Nederlandse chemici stonden niet alleen in hun problemen met het testen van de effectiviteit van gifgassen op de mens. Chemici wereldwijd hadden daar nog geen goede methoden voor ontwikkeld. Testen op dieren gaf geen betrouwbare uitkomst volgens Merens. Dat werd bevestigd door een test van de Britse chemicus Barooft. Hij liet zich, net als bij de Nederlandse test was gedaan, samen met een hond in een gaskamer blootstellen aan een gifgas, maar het effect was omgekeerd aan het effect bij de Nederlandse test. Terwijl de hond buiten bewustzijn raakte had Barooft nog nergens last van. En toen op de hond de volgende dag autopsie zou worden gepleegd bleek het dier weer springlevend. Snijders' scepsis over de bruikbaarheid van gifgassen werd gesteund door de problemen met het meten van concentraties giftige stoffen, doordat dieren ongeschikt bleken om de effecten te testen en doordat de uiteindelijke omstandigheden, zoals het weer, veel te dominant waren om enige zekerheid te geven over de effectiviteit van de gifstoffen.

Gifgasgranaten bij de artillerie

De proefnemingen met gifgasgranaten voor de artillerie waren inmiddels doorgegaan. De tijdelijke commissie van proefneming, moe gestreden, adviseerde in de zomer van 1918 de geteste granaten nu (eindelijk) in productie te nemen. De commissie stelde dat verdere schietproeven onnodig waren, omdat:

alle gegevens omtrent die projectielen, welke door schieten kunnen worden verkregen, verzameld zijn. Nagegaan zijn: de sterkte van het projectiel, de werking der springlading, de baan van het volle projectiel en de hierbij verkregen uitkomsten zijn alle bevredigend geweest. Voorts is bij de schietproef in de legerplaats bij Oldebroek, voor zoover zulks door te schieten kan worden beoordeeld, de verdeeling van de gaswolk nagegaan. [8]

Voor die proeven bij Oldebroek waren slechts 7 chloorgasgranaten beschikbaar geweest, en die waren met veel moeite gevuld met het vloeibare chloor. Door het lage kookpunt van chloor (minus 30° Celsius) ontsnapte het tijdens het vullen snel in gasvorm. Het vulgewicht varieerde hierdoor enorm per granaat, van 1,3 tot 2,9 kilo, terwijl de bedoeling was de granaten met 3,05 kilo chloor te vullen. Hierdoor was de baan van het projectiel niet constant en kon niet trefzeker op doelen geschoten worden. Naast dit probleem was er een nog dringender probleem:

Bij 2 der granaten was de kop groenachtig en vochtig, terwijl deze een sterken reuk van chloor verspreidden; de schroefdraad van de buis was ook daardoor aangetast [...]. Dit lekken [was] veroorzaakt door het enigszins poreus zijn van de kop der projectielen, waardoor heen het chloor, dat onder een druk van ten minste 6 atmosferen staat, langzaam ontwijkt.[9]

En ondanks die - toch niet al te geringe - problemen stelde de commissie dat er geen bezwaar was tegen invoering van deze granaten. Een waarschijnlijk verbaasde generaal Snijders noteerde in de kantlijn van het rapport dat onvoldoende vulling en het lekken van de granaten toch eerst opgelost moest worden. Een nieuwe tijdroevende periode van testen en aanpassen volgde. De

poreuze koppen van de granaten, die bij de eerdere proefnemingen lekten, werden vervangen door lekdichte koppen. Door aanpassingen aan het vulsysteem konden ook de moeilijkheden bij het vullen opgelost worden.

Intussen deed het munitiebureau vanwege de vertragingen een poging granaten in Engeland te kopen, maar dat leidde - voorspelbaar - tot niets. Op 8 november 1918 kreeg Snijders bericht dat écht alle problemen opgelost waren. De massaproductie van granaten en het vullen met fosgeen konden starten. Ondanks onzekerheden over de effectiviteit van de gifgasgranaten adviseerde het munitiebureau om te besluiten - twee jaar na de eerste opdracht - om 10% van de artilleriegranaten te vullen met gifgassen. Drie dagen later werd de wapenstilstand van kracht.

Demobilisatie en demontage

Van een massaproductie van gifgasgranaten kwam het dus niet meer. Op 18 december 1918, een maand na de wapenstilstand, meldde Snijders dat hij wilde stoppen met de aanmaak van gassen en gasgranaten. Hij stelde in een brief aan de directeur der Artillerie Inrichtingen:

[Ik kan] geen vrijheid [...] vinden, den M.v.O. een voorstel te doen tot den aanmaak van gasprojectielen in het groot of tot voorbereiding daarvan. Evenmin kan ik onder de tegenwoordige omstandigheden instemmen met Uw meening, dat spoedig beslist moet worden of men al dan niet zal overgaan tot aanmaak in het groot van gasprojectielen. Men mag hierbij toch niet vergeten, dat besloten is tot vulling van de projectielen met fosgeen, omdat voor geen ander zeer werkzaam gas tijdens de oorlogsjaren in ons land de mogelijkheid tot aanmaak in het groot aanwezig scheen. Nu deze beperking van de keuze der gassen binnenkort vermoedelijk een einde zal nemen en de zeer spoedige aanmaak der projectielen niet meer urgent schijnt, doet zich opnieuw de vraag voor, welk gas of welke gassen in onze projectielen moeten worden gebezigd. M.i. behoort dus een nieuwe periode van proefnemingen in te treden [...].

Bovendien hing veel af van de vorderingen met de bouw van de proefinstallatie voor de fosgeenfabriek op de Vondelingenplaat; op 2 oktober had het Munitiebureau voorgesteld aan de minister om die kostbare installatie te bouwen en toestemming gekregen. Maar vanwege de wapenstilstand was de bouw direct stilgezet.

Het lijkt alsof de generale staf zo snel mogelijk na het einde van de oorlog van de gifgassen en toebehoren af wilde. Het munitiebureau had al op 21 november opdracht gekregen om de voorraden SO₂ van de hand te doen, omdat de waarde ervan door schaarste hoog was.

Bovendien hoefden de tankschepen dan niet langer gehuurd te worden en kon de voorraad van achthonderd loopgraafketels en bijna zeventuizend cilinders verkocht worden. De schepen werden gelost en de huur beëindigd, maar het SO₂-gas bleek lastiger verkoopbaar dan verwacht. In mei 1919 was nog maar dertig van de bijna zeventuizend ton voorradige SO₂ verkocht. Ook de ketels en cilinders waren nauwelijks verkoopbaar; de cilinders hadden een te lage maximale druk en moesten bovendien weer omgebouwd worden om voor de industrie interessant te zijn.

Het gas en de ketels werden, omdat de opslagkosten hoger waren dan de te verwachten verkoopopbrengsten, uiteindelijk tegen dumprijzen verkocht. Een jaar later, in 1920, was al niet meer geheel duidelijk of en hoeveel gifgas, materiaal en gasgranaten in bezit van het Nederlandse leger waren. De demobilisatie, snelle ontmanteling van de oorlogsorganisatie en de vrede hadden kennelijk hun tol van het (collectieve) geheugen geëist. Het zogenaamde 'Munitiebureau-in-liquidatie' meldde de stand van zaken:

[Ik] deel [...] U mede, dat uitsluitend G.P. [gasprojectielen] van 15 cm. L.24 indertijd werden gevuld. De gevulde projectielen zijn alle weder ontledigd, terwijl de vulling - vloeibaar chloor - verkocht werd. [...] Er zijn geen gd. [gevulde] G.P. meer in voorraad. Met het schip 'Catharina', geladen met stikgas-materieel [...] werden tevens vervoerd ± 105 ledige G.P. [...]. Wellicht zijn bij de Artillerie-inrichtingen nog meerdere leedige G.P. van 15 cm. L.24 voorradig.

Het Nederlandse leger was dus niet meer in het bezit van een voorraad gevulde gasgranaten of van de vulstof chloor. De ketels, cilinders en SO₂ waren verkocht. De fosgeenfabriek was niet verder dan het eerste bouwstadium gekomen en alweer ontmanteld. Er waren misschien nog een honderdtal granaten van 15 cm, bestemd voor vulling met gifgassen, op voorraad. De 10 cm mortiergranaten werden niet meer genoemd. Het Munitiebureau, waar de expertise lag, was in opheffing en de kennis over beschermingsmaatregelen was ondergebracht bij de geneeskundige dienst.

In 1920 vroeg generaal-majoor Elout, de directeur voor aanschaffing en verstrekking van artilleriematerieel, zich in een brief aan de generale staf af of en hoe Nederland in een volgende oorlog aan werkzame gifgassen zou kunnen komen. Zelf was hij daar niet erg hoopvol over gestemd. Ondanks dat na afloop van de oorlog informatie over gebruikte gifgassen vrij was gekomen bleek de zo moeizaam vergaarde kennis in het Nederlandse leger verdwenen te zijn en waren bovendien allerlei technische installaties opgedoekt. Daarmee was de mogelijkheid voor Nederland om in korte termijn in vredesomstandigheden een voorraad effectief en inzetbaar gifgas op te bouwen eigenlijk uitgesloten; geen voorraden, geen expertise (meer), geen installaties en nauwelijks méér kennis dan tijdens de oorlog!

Slot

De langzame vordering bij de ontwikkeling van gifgassen in Nederland kan onder meer verklaard worden uit het gebrek aan informatie over de gebruikte middelen aan het front. Nederland lag zeer geïsoleerd tussen de oorlogvoerende landen, waardoor veel informatie niet, vervormd of laat binnenkwam. De verkrijgbaarheid van goederen überhaupt, maar van materialen ten behoeve van de oorlogvoering in het bijzonder, was zeer beperkt. Dat gold zeker voor gifgasmateriaal. De grote schaarste dwong bovendien afweging van allerlei belangen af; vulling en productie van gifgasgranaten ging bijvoorbeeld direct ten koste van de productie van conventionele artilleriegranaten.

De gifgasoorlogvoering was een geheel nieuw terrein, waar Nederlandse chemici alle expertise van de grond af moesten opbouwen. Dat zorgde voor problemen in elk stadium van ontwikkeling, en op elk niveau. Maar daarin was Nederland niet uniek; ook de oorlogvoerenden worstelden met bijvoorbeeld de schijnbaar ' knullige ' problemen als lekkende afdichtingen bij gifgasgranaten en moesten alle kennis vanuit het niets opbouwen. Doordat Nederland geen oorlog voerde bleef de praktijkervaring achter bij die van de oorlogvoerende landen en daarmee ook de ontwikkelingsmogelijkheden en snelheid.

De ontwikkeling van beschermingsmiddelen tegen gifgassen is in het Nederlandse leger kwalitatief voorspoedig verlopen. Een eerste masker was snel beschikbaar, en verbeteringen volgden elkaar snel op. Dat het kennisniveau niet veel lager lag dan elders mag blijken uit het feit dat een Nederlandse apotheker uiteindelijk een gasmasker maakte dat alle tot dan toe gebruikte gifgassen - inclusief fosgeen - tegelijk kon weerstaan, terwijl bijvoorbeeld de Duitsers nog geen masker hadden die dat kon. Een zeer groot probleem bleef natuurlijk de kwantiteit. In aanvang was er een beperkte behoefte van circa vijftigduizend maskers, maar toen

bleek dat gasgranaten, anders dan de drijvende wolken, ook eenheden achter de linies en mobiele troepen konden bedreigen was een enorme uitbreiding nodig. Gebrek aan materialen als rubber en chemische vulstoffen voor de filters, en de noodzaak van steeds betere maskers, zorgden uiteindelijk voor vertragingen. Daardoor moest Snijders melden dat - van de vijfhonderdduizend bestelde maskers - er eind 1918 slechts ruim vijfduizend beschikbaar waren bij de troepen. De geschiedenis van de Nederlandse pogingen om gifgassen in het arsenaal te krijgen is vrijwel onbeschreven gebleven door de snelle en complete ontmanteling van de offensieve capaciteit op het gebied van de gifgassen en de status van alle bescheiden die daar betrekking op hadden, namelijk Zeer Geheim Persoonlijk (de hoogste geheimhoudingsclassificatie). Toen die stukken eenmaal openbaar werden was de Eerste Wereldoorlog te ver weggezakt in het collectieve geheugen en was de aandacht van onderzoekers op andere zaken gericht.

Het is een goed bewaard geheim gebleven. Maar Nederland had tijdens de Eerste Wereldoorlog veel méér gedaan dan alleen een kleine hoeveelheid gifgas maken om de eigen gasmaskers testen. Er was wel degelijk een offensieve capaciteit opgebouwd; bijna zevenhonderd ton SO₂ lag uiteindelijk gereed om, na vervoer in speciaal daartoe geprepareerde binnenvaartschepen in duizenden omgebouwde cilinders gevuld te worden en door de gascompagnie en daartoe geoefende eenheden van het leger aan het front ingezet te worden. Daar was alle materiaal beschikbaar voor en daartoe werden oefeningen gehouden. De troepen werden getraind in gebruik van en bescherming tegen gifgassen. Bovendien was grootschalige productie van gasgranaten begonnen en kon fosgeen fabrieksmatig geproduceerd worden. Tot dat moment moest de ruime voorraad chloor het fosgeen vervangen en een klein aantal granaten was inmiddels gevuld.

Bronnen en literatuur

- Algemeen Rijksarchief, Den Haag. Archieven van de Generale Staf en bijbehorende bescheiden 1914-1940 (ARA GS 1914-1940), archiefnummer ARA 2.13.70, inventarisnummers en beschrijving:
 - 1 - 7; Ingekomen stukken en minuten van uitgaande stukken, 1914-1920, 1939-1940, Zeer Geheim.
 - 124, 334, 458, 640 en 850; Uitvindingen gedaan door militairen of burgers ter verhoging van de weerbaarheid van land-, zee- of luchtmacht. (resp. 1914, 1915, 1916, 1917 en 1918). - 485; Aanschaf van moderne strijdmiddelen.
 - 555; Organisatie van de Gascompagnie.
 - 627; Herkenning van en alarmering bij gasgevaar.
 - 628; Gasoefeningen.
 - 753; Opslagplaatsen en materiaal in gebruik bij de Gasdienst.
 - 803; Personeel gascompagnie.
- Algemeen Rijksarchief, Den Haag. Archieven van de Directeur voor Aanschaf en Verstrekking van Artilleriematerieel 1914-1922 (ARA DAV 1914-1922), archiefnummer ARA 2.13.68.01, inventarisnummer 3; Stukken betreffende de ontwikkeling en beproeving van gasprojectielen 1917-1920.
- Rijksgechiedkundige Publicatiën, grote serie (RGP)
 - 'Bescheiden betreffende de buitenlandse politiek van Nederland, 1848 - 1919', in: RGP, deel 116 ('s-Gravenhage 1964).
 - 'Documenten betreffende de buitenlandse politiek van Nederland, 1919 - 1945', in: RGP, deel 220 ('s-Gravenhage 1992).
- Martin Gilbert, *First World War* (Londen 1994).
- Guy Hartcup, *The war of invention. Scientific development 1914-1918* (Londen 1987).
- John Keegan, *The First World War* (Londen 1998).
- J. Kooiman, *De Nederlandse strijdmacht en bare mobilisatie in het jaar 1914* (Purmerend vanaf 1915) 30 afleveringen.

Noten

- 1 Opdracht tot aanmaak en beproeving door minister van Oorlog (Mv0) N. Bosboom aan Chef Generale Staf (CGS) C.J. Sniijders 6 juni 1915. CGS aan Directeur voor Aanschaffing en Verstreking van Artilleriematerieel (DAV) generaal-majoor L.J. Scheltema 9 juli 1915. ARA GS 1914-1940, inv.nr. 2.
- 2 Pagina uit Het Leven voorzien van commentaar van luitenant-kolonel Merens van de generale staf gericht aan Sniijders, augustus 1917, in: ARA GS 1914-1940, inv. nr. 628.
- 3 Commandant Zeeland aan CGS, 10 juni 1915. ARA GS 1914-1940, inv. nr. 555.
- 4 CGS aan Mv0 met spoed 30 mei 1917. ARA GS 1914-1940, inv. nr. 555.
- 5 Inspecteur geneeskundige dienst generaal-majoor A.A.J. Qvanjer aan CGS, 25 juni 1917. ARA GS 1914-1940, inv. nr. 555.
- 6 Munitiebureau aan CGS, doorgezonden aan MvO, 18 december 1917. ARA GS 1914-1940, inv. nr. 4.
- 7 Merens, hoofdofficier van den gasdienst namens CGS aan DAV, 21 oktober 1918. ARA DAV 1915-1922, inv.nr. 3.
- 8 Tijdelijke commissie van proefneming aan DAV, 25 juli 1918. ARA DAV 1915-1922, inv.nr. 3. 9 Idem