

Enige aspecten van de grensdraad tussen Nederland en België

Inhoudsopgave m.b.t. technische aspecten van de elektrische grensdraad

Enige aspecten van de grensdraad tussen Nederland en België.....	1
Het grenshek.....	1
Uitvoering van het hek.....	1
Hoe zag een en ander eruit?.....	1
Waar kwam de stroom [elektriciteit] vandaan?.....	2
Enkele verdere technische aspecten.....	4
De techniek, energie-opwekking.....	4
De techniek, schakelmaterieel en isolatoren.....	5
De techniek, draden en verliezen in de draden.....	5
Verliezen bij wisselspanning.....	6
De techniek, vluchtmogelijkheden	7
24 juni 1915 [De techniek,] ZOEKLICHTEN.....	7
De lichamelijke gevolgen.....	9
5 februari 1911 In onderstaand rapport	9
Enige verdere waarnemingen.....	9

5 **Het grenshek**

Uit de artikelen en foto's kunnen we het volgende vertellen:

Een drietal niet al te hoge hekken werden op Belgisch gebied vlak langs de grens geplaatst. De buitenste twee waren eenvoudiger en lager dan de middelste en vormden een gewoon hek van draad, prikkeldraad en vlechtwerk. Soms werd er nog een ondoorzichtig scherm geplaatst.

De twee buitenste draden moesten personen op afstand houden van de spanning-voerende draden. Dieren en kinderen wisten daar niets van en werden bij aanraking gedood. Ook het Duitse leger-personeel was natuurlijk kwetsbaar, we vinden dan ook regelmatig berichten van dode Duitse soldaten.

15 Naast het hekwerk werd een strook grond vrijgehouden, later werd het gebied dat niet betreden mocht worden verder uitgebreid. Een teken dat het hek niet echt naar behoren dienst deed.

Op het hek waren plaatjes gemonteerd met een waarschuwing.

20 **Uitvoering van het hek**

Al ruim voor de begin van de aanleg werd materieel besteld in het gehele Duitse Rijk.

Het Belgische bedrijf Bekaert levert later (waarschijnlijk een deel van) de draad volgens een krantenbericht over een staking der arbeiders:

25 19 juni 1915 Het Gentsche dagblad Het Volk bericht:

Sedert geruimen tijd werd in de fabriek van den heer Bekaert te Sweverghem bij Kortrijk prikkeldraad voor het Duitse leger vervaardigd. De vorige week weigerden de 350 werklieden echter verder te werken [...]

30 In het midden werd op 1,80-2 m hoge palen een (vijf) aantal draden aan isolatoren gemonteerd. De afstand tussen de draden was ongeveer 30 cm. Het was dus zo goed als onmogelijk tussen de draden te kruipen zonder hulpmiddelen om de draden uit elkaar te trekken of door te knippen. Doorknippen stelde een waarschuwing-mechanisme in werking, zodat de wachtpost gewaarschuwd werd. De spanning kon op grotere afstand van de draad afgehaald worden, want de versperring was in sectoren verdeeld die ieder een eigen toevoer hadden. De spanning werd opgewekt met generatoren van fabrieken die

35 daarvoor weer brandstof nodig hadden.
De spanning-voerende draden waren volgens een schema soms verticaal ook weer met elkaar verbonden, zodat het niet zo simpel was de draden door te knippen, want de spanning bleef dan aan beide kanten van de doorgeknijpte draad aanwezig. Alleen het doorknippen van alle (vijf) draden maakt dan een deel spanningsloos. Overigens zien we op de foto's die dwarsverbindingen niet, het zijn gewoon een aantal parallelle draden. Misschien kon soms per draad de spanning aan- en uitgeschakeld worden.

45 uit 'De Dodelijke Draad in het Zuiden, De grensafscheiding in Zuid Nederland in 1915' Geschreven door Steven van Waesberghe

Hoe zag een en ander eruit?

De versperring bestond eigenlijk uit drie draden op 200 m [2 m lijkt me

50 aannemelijker!] van elkaar gelegen en enkel de middelste draad stond onder spanning,
de twee buitenste bestonden uit 5 à 6 prikkeldraden. Ze was 1,5 tot 2 m hoog met 5
tot soms 10 draden die op 20 à 30 cm van elkaar lagen. Het waren zinken of koperen
draden die bevestigd waren aan porseleinen isolatoren met een doorsnede van 4,5 cm.
55 De houten palen, die op geregelde afstand (3 tot 5 m) van elkaar stonden, zaten
ongeveer 3 à 4 m in de grond. Bovenop iedere paal staan drie punten, zodat niemand
er over zou kunnen. Om de 50 m stond een hogere paal die de aanvoerleiding voor de
spanning droeg.

Langs de Belgische kant werd een patrouillepad aangelegd van een tiental meter
breed. Ook werden er telefoonpalen langs de draad gezet als communicatiemiddel, om
60 alarm te slaan. In Kalmthout hing zelfs een kabelballon van waaruit men de draad en
omgeving observeerde. Om de 100 m hadden de Duitsers schildwachthuisjes geplaatst.

Maar ook signaallampen, schijnwerpers en contact- of tripmijnen werden langs de draad
geplaatst. Die signaallampen waren lampjes die brandden wanneer er een onderbreking
65 was wanneer de draad doorgeknipt werd. Aan de hoogste palen werden diagonale draden
gespannen als bescherming tegen mensen die met hun ladder de draad over wilden
kruipen. De onderste draad werd aan een kleine draad bevestigd, zodat het moeilijker
werd de draad op te heffen.

In februari 1917 werd in Kieldrecht in de Schelde zelfs een vooruitstekende dam
70 aangelegd van zo'n 300 m lang, waar op het einde een zoeklicht en een paar
machinegeweren werden geplaatst.

De bewakers van de grens waren oudere soldaten of gewonde soldaten, die veelal niet
geschikt waren voor het front.

Ze hadden met tegenzin hun gezin verlaten om het vaderland te dienen, en waren
75 oorlogsmoe. '... ook wel jonge mannen van 20 en oudere van 40 jaar. De jonge mannen
zijn meest in de oorlog geweest en staan daar op post met één oog of missen een paar
vingers of [zijn] meerdere malen gewond geweest.' Het is niet te verwonderen dat
zulke soldaten veel toleranter waren dan het jonge geweld dat het land had veroverd.
Het persoonlijk belang was voor hen belangrijker dan dat van de Heimat en de Keizer,
80 en als ze konden, verdienden ze graag een centje bij. Aan de grens betekende dit zich
laten omkopen. Om te vermijden dat de soldaten te vertrouwd werden met de bevolking
en om corruptie tegen te gaan, werden ze regelmatig afgelost. Maar dit had tot gevolg
dat onervaren soldaten in de plaats kwamen die niet bekend waren met de lokale
toestand. Zo heeft Stekene tijdens de oorlog 22 verschillende bezettingstroepen de
85 revue zien passeren.

De grens werd dag en nacht bewaakt met herdershonden of soldaten op fietsen. De
grensbewakers waren ook aan strenge reglementen onderworpen. Men mocht de wachtpost,
die in het begin slechts strooien huisjes waren, niet verlaten zonder toestemming van
de hoofdwachter. Om corruptie tegen te gaan, werd er geloot wie in de wachtpost moest
90 blijven en wie buiten patrouilleerde. Het resultaat kwam in het wachtverslag, net als
elke afwezigheid. Elke ongeregelde draad moest gemeld worden aan de
zoneleider van het eskadron en de wachtposten aan de grensdoorgangen. Bij elke
melding moest het uur en de plaats van het voorval staan. Enkel bij onbelangrijke
voorvallen, zoals dode hazen, fazanten ed., moest het eskadron niet verwittigd
95 worden.

Waar kwam de stroom [elektriciteit] vandaan?

De stroom werd afgetapt van kleine bestaande elektriciteitscentrales. Zelf zetten de
Duitsers schakelhuisje aan de draad, met meestal door dieselmotoren aangedreven
100 generatoren voor het optransformeren van de van ver aangevoerde spanning. Soms om
zelf stroom te genereren in geval van panne of sabotage. Voor het verkrijgen van de
stroom werden de Duitsers veelal zo hard mogelijk tegengewerkt. Zo heeft de Centrales
Electriques des Flandres altijd geweigerd stroom te leveren. Die tegenwerking werd
niet op prijs gesteld, en de bezetter zou toch altijd zijn zin krijgen.

105 Dit ondervond ook de heer M. Lippens, burgemeester van Moerbeke. Lippens weigerde
elektriciteit van zijn fabriek te leveren voor de versperring, en werd als gevangene
op 12 juni 1915 naar Duitsland afgevoerd, waar hij voor de rest van de oorlog zou
blijven.

De spanning die op de draad stond moet ongeveer 2000 volt geweest zijn. Er zijn
110 enkele bronnen die spreken van 5000 tot 50000 volt en zelfs meer, maar dat lijkt me
niet echt geloofwaardig te meer omdat de meerderheid van de bronnen heeft over 2000
volt. Zo vermeldt een tekenaar dat er 4000 tot 8000 volt op de draad stond. Ook
spreken enkelen van minder dan 2000 volt, dit zou te verklaren zijn door het
spanningsverlies op de draden naarmate ze verder verwijderd zijn van de
115 schakelhuisjes.

De indrukwekkende cijfers zouden eerder een afschrikmiddel geweest zijn. Deze indruk kreeg ik onder meer bij het lezen van het dagboek van Marinus Wandel: "Zo men ons meedeelde zou de stroom 50000 volt zijn, m.a.w. men is gewaarschuwd".

- 120 'Südwestrundfunk SWR2 Der deutsche Todeszaun' uitzending 24 mei 2002
Bereits Juli und August 1915 sind zahlreiche Teilabschnitte der belgisch-niederländischen Grenze unter Strom gesetzt: Der Todeszaun ist bittere Realität geworden. Tödliche 2000 Volt fließen durch die Drahtkonstruktion.
125 Let op, Levensgevaar! Langs de Belgisch-Nederlandsche grens is eene afsluiting met draad met sterk elektrischen stroom geladen ingericht ...
Achtung! Lebensgefahr! Längs der belgisch-holländischen Grenze ist ein mit elektrischem Starkstrom geladener Zaun errichtet worden. Jedes Berühren des durch Warnungstafeln kenntlich gemachten Zaunes ist unbedingt tödlich ... Das Überschreiten des Zaunes ist streng verboten. Die Truppen sind angewiesen, bei jedem Versuch der
130 Zuwiderhandlung von der Waffe Gebrauch zu machen.
In der Nähe des Zaunes werden Warnschilder angebracht und Verordnungen herausgeben, die auf die tödliche Gefahr hinweisen sollen. Der Elektrozaun, so hat der Historiker Herbert Ruland herausgefunden, war in der Regel knapp zwei Meter hoch und bestand aus fünf bis zehn Zink- oder Kupferdrähten, die in etwa 25 Zentimeter Abständen
135 übereinander gespannt waren.
Wesentlich ist, dass die Anlage dreigliedrig war. Ein Warndraht, einen Militärdraht gegenüber den Niederlanden, dass also möglichst keine Leute aus den neutralen Ländern da rein liefen, dazwischen ein Patrouilliengang, dann der eigentliche Draht, in dem die elektrische Spannung verlief, und dann wiederum zur Seite hin, also nach Belgien
140 hinein, ein weiterer Warndraht, dazwischen die Patrouillienwege und alle zwei Kilometer etwa ein so genanntes Schalthaus, wo die Spannung geregelt werden konnte, beziehungsweise musste die Spannung ja auch schon mal abgeschaltet werden, wenn man Opfer aus diesem Zaun bergen musste.
Um Strom zu sparen, wird er zu jeweils unterschiedlichen Tages- und Nachtzeiten ein- und ausgeschaltet. Alle paar hundert Meter patrouillieren deutsche Grenzposten. Eine
145 100 bis 200 Meter breite Sperrzone wird um den Zaun proklamiert. Wer sich bis auf diese Entfernung dem todbringenden Bauwerk nähert, kann ohne Warnung erschossen werden.
Die "Festungs-Fernsprech-Abteilung" erhält Befehl, Fernsprechleitungen längs des Zaunes zu installieren, um die Sektoren mit Telefonanlagen auszustatten. Etliche
150 Streckenabschnitte werden nachts durch riesige Scheinwerfer ausgeleuchtet. Akustische Signalanlagen werden aufgestellt, die bei Kontaktnahme mit dem Zaun Alarm auslösen. Eine besondere Aufgabe hat der Streckenmeister.
Der Streckenmeister war der Verantwortliche für eine Zone, zwischen zwei
155 Schalthäusern zum Beispiel. Er musste kontrollieren, ob die Drähte nicht kaputt waren, denn am Ende des Krieges zum Beispiel hatten die Spione spezielle Zangen, die isoliert waren, womit sie den Zaun durchkneifen konnten. So, wenn die zwei Wachtposten ganz links und ganz rechts waren, dann kniffen sie die Zaun, die zwei
160 oder drei Drähte durch, und dann konnten die Menschen durch den Zaun laufen, das sollte repariert werden. So sollte der Streckenmeister kontrollieren ob der Zaun in gutem Zustand war. Wenn ein Akzident geschehen war, zum Beispiel, wenn jemand tot geblieben war am Draht, am Zaun, dann war es verboten für die Landstürmer, die Leiche zu berühren; sie konnten auch elektrikütiert werden. Sie sollten nur beim Ort
165 bleiben, wo das geschehen war, und der Streckenmeister sollte das Kommen untersuchen, was ist da geschehen und so weiter. Er war auch der Mann, der z. B. das Recht hatte, den Strom abzuschalten oder einzuschalten.
Sogar bemannte Observationsballons werden zur Grenzsicherung eingesetzt. Das deutsche Militär arbeitet mit modernster Technik und mit tödlicher Konsequenz. Der deutsche
170 Kriegsberichterstatter Heinrich Binder hat die Opfer vor Augen. 1925 schreibt er über den Todeszaun:
Hundertens von verwegenen Spionen, armseligen Deserteuren und Überläufern hatte er grauenvollen Verbrennungstod gebracht. Sobald sich ein Opfer gefangen hatte, das, schwarz verkohlt, mit verkrampften Händen in dem Draht hing, läutete ein Signalwerk
über die ganze Front und rief Tag und Nacht den deutschen Grenzschutz zum Auslösen
175 des Opfers und zu erhöhter Wachsamkeit herbei.

Enkele verdere technische aspecten

180 Hoewel er verder geen technische gegevens zijn kunnen we wel wat concluderen dat door de grote lengte er tamelijk hoge verliezen geweest zijn. Contact met nat gras of een andere begroeiing zullen de verliezen doen toenemen. Dat betekent dat de begroeiing regelmatig verwijderd moet worden; daarvoor moet de draad dan weer spanningsvrij gemaakt worden.

185 Uit een artikel blijkt dat de generator tussen 4 en 8 uur 's middags werkt, en dat daarmee (klaarblijkelijk) een reeks accu's worden geladen die dan voor de rest van de dag de energie leveren. Dat zou duiden op het gebruik van gelijkspanning; het aantal 12-V-accu's (dat we nu zouden gebruiken) zou dan ongeveer 150 zijn die alle in serie zijn geschakeld!

190 In het verleden waren er **netwerken** van gelijkspanning en wisselspanning, zoals blijkt uit een krantenberichtje. Nog niet zolang geleden zijn alle gelijkspanningnetwerken verdwenen.

De techniek, energie-opwekking

195 [Natuurlijk dringt direct de vergelijking op met schrikdraad. Uit gegevens van een fabrikant ontleen ik de volgende eigenschappen: 230 V voeding met 12 V 7 Ah loodaccu als noodstroomvoorziening. 3 Mogelijke werkwijzen: geen aardlusbewaking; wel aardlusbewaking in gebieden met een hoge of lage aardingsweerstand. Gepulseerd bedrijf met een spanningspiek van vele kV en een stroom in het μ A-gebied. Er moet gezorgd worden voor een goede aarding, door een metalen paal in de grond te slaan om de 5 m en de omgeving ervan met geleidende grond aan te vullen.]

In ons geval hebben we een continu aanwezige spanning op de draden.
[Nu kan het zowel gelijk- als wisselspanning zijn. Uitgaande van het woord transformator kunnen we niet anders concluderen dat in het algemeen wisselspanning
205 werd gebruikt. Indien de hiervoor benodigde opwekker (wisselspanningsgenerator) niet dag en nacht continu gebruikt kan worden zal er **opslag** via (gelijksspannings)accu's nodig zijn. Hiervoor moet dan een gelijkrichter met condensator tussengeschakeld zijn. Als een groot aantal accu's in serie geplaatst wordt kan de hoge - genoemde - spanning bereikt worden. Honderd in serie geschakelde accu's van 12 V leveren 1200 V [1,2 kV] gelijkspanning, met een grote (mogelijk te leveren) stroom van meerdere A.]
210 Een gelijkstroom van 100 mA [0,1 A] door de hartstreek zal dodelijk zijn. Er zullen dan - neem ik aan - brandwonden te zien zijn.

Wisselspanning op de draden en dienovereenkomstig een wisselstroom door de hartstreek zal het hart proberen te laten pompen met de frequentie van de stroom. Ook dit kan
215 dodelijk zijn, waarschijnlijk al bij lagere stroomsterkten.

Maar in beide gevallen is de (letterlijke) "overkill" zo hoog dat bij langdurige aanraking de persoon zal sterven.

Tegenwoordig wordt de wisselspanning van 50 Hz altijd in 3 fases opgewekt, draaistroom geheten. Opwekking, transport en afname gebeurt dus via 3 draden en 1
220 retourleiding. [Kijk maar naar de hoogspanningslijnen die 3 draden onder elkaar hebben, elke draad transporteert de spanning van 1 fase.]

Uit een advertentie blijkt dat de nog altijd bestaande Brown-Boveri (opvolger het
225 Zwitsers-Zweeds bedrijf ABB) aan Amsterdam een generator geleverd heeft die een spanning van 2200 V levert bij een maximale stroomsterkte van 500 A. Dat komt goed overeen met de vaak genoemde 2000 V.

De turbine wordt aangedreven door stoom, water moet daarvoor verwarmd worden. Welke brandstof destijds gebruikt wordt is niet geheel zeker, maar kolen lijken voor de hand te liggen. Deze moesten dus in grote hoeveelheid beschikbaar zijn.

230 Waarschijnlijk werd de spanning voor de Electricische draad door dergelijke wisselspanning-generatoren geleverd. Deze draaiden (net zoals nu nog) dag en nacht voor de elektriciteitsvoorziening en leverden dus wisselspanning van 50 Hz. Blijkbaar werd de spanning zonder transformatoren of veel schakelapparatuur op het hekwerk gezet.

235 Indien een generator van een fabriek gebruikt werd - die een kleinere capaciteit en bedrijf-duur heeft - dan moest tijdens het stilleggen een andere hoogspanning-bron voor spanning zorgen. Dat zou een batterij accu's kunnen zijn die tijdens de bedrijf-duur van de generator opgeladen worden.

240 Als de drie-fasen-wisselspanning generator gebruikt wordt kunnen 3 draden van het hekwerk ieder afzonderlijk met een fase gevoed worden. Daarbij mogen de draden in geen geval verticaal met elkaar doorverbonden worden! Ten opzichte van de aarde staat

2200 V wisselspanning op elk van de draden, maar tussen de drie draden onderling ongeveer 3100 V.]

245 Aarding is zeer belangrijk, de aarde vormt namelijk de retourleiding. De generator is ongetwijfeld zeer goed geaard, maar of er nog een retourleiding langs de spanningvoerende draden is onbekend [Bij hoogspanning-leidingen zien we de retourdraad vaak aan de top van de palen, die elk zelf goed geaard zijn.]

250 14 juli 1915 VAN DE ZEEUWSCH-VLAAMSCHE GRENS, 13 Juli (V. D.) Met zekerheid kan worden aangenomen, dat de elektrische stroom van de grensdraadversperring vanaf de Schelde tot de Noordzeekust (bij het dorp Eede) geleverd wordt door de suikerfabriek van Tytgat te Selzaete. De Duitschers hebben een transformateur in de fabriek geplaatst en laten de machines van 4 tot 8 uur 's namiddags werken. Zij laden op die wijze de groote batterij van de fabriek en hebben elektrische kracht voor den
255 geheelen nacht.

18 augustus 1915 [...] Sedert de elektrische draadversperring gemaakt is, komen de vliegeniers soms bijna tot Selzaete, thans als elektrische centrale ingericht tot stroomlevering voor de grensversperring.

260 9 oktober 1918 Ik schreef gister n.l. dat te Kieldrecht en omgeving de stroom gedurende enkele dagen was uitgeschakeld geweest en gister opnieuw in werking werd gebracht. Aanvankelijk stond de centrale die langs deze grensstrook door draad van electriciteit voor zag, te Moorbeke; doch scheen niet sterk genoeg om voldoende en
265 zeer geweldigen stroom te produceeren. Daarom hebben de Duitschers gister als tweede centrale in gebruik genomen de machines uit de machinale klompenfabriek van de firma Louwerijns op Belgisch Clinge. De stroom is nu veel sterker en nieuwe geleidingen zijn aangebracht.

270 9 november 1918 Onze bijzondere correspondent te Sas van Gent meldt nog: In de dagen, vóór dat de strijd om Selzaete zoo hevig begon, kwamen tot veler verwondering nu en dan groote groepen Belgen in den dienstplichtigen leeftijd tegelijkertijd over den geladen draad in ons land. Het geheim is nu opgelost. Deze
275 draad werd bediend door de elektrische centrale te Aesenede. De machinist was voor de verlokkingen van glimmende franken al evenmin ongevoelig als wie al niet in dezen oorlogstijd. Hij sprak dan met den leider van zoo'n gezelschap Belgen af, dat hij op een bepaald uur onverhoeds een mankement aan zijn machine zou krijgen, waardoor de stroom zoo lang van den draad zou zijn. Aldus gebeurde steeds stiptelijk. Een storing ligt in een klein hoekje.

280 **De techniek, schakelmaterieel en isolatoren**

Elke sector had zijn eigen stroomvoorziening, een generator dus, die onafhankelijk een stuk draad van - zeg - 50 km lengte voedt. Aan de zijde van de generator moet de
285 toevoer onderbroken kunnen worden, zodat de toevoerlijnen geen spanning dragen. Overeenkomstig moet vanuit een wachthokje spanning op een stuk draad uitgeschakeld kunnen worden. Daarvoor heb je hoogspanningschakelmaterieel nodig. De spanning werd waarschijnlijk via leidingen op hoge 5 m palen aangevoerd. Deze zullen niet zo gemakkelijk aan te raken zijn.

290 De **isolatoren** scheiden de draad van de paal. De porseleinen isolatoren hebben praktisch een oneindige weerstand, zodat er geen stroom kan vloeien van draad naar de paal. Hout zelf geleidt stroom ook zeer slecht, maar als het nat wordt neemt de isolatie af. Plastic isolatoren worden tegenwoordig het allermeest gebruikt, maar bij hoogspanningsleidingen zien we nog altijd gestapelde porseleinen isolatoren.

5 juni 1914 [...] Aan beide zijden zijn op de gaanderijen de groote schakelborden aangebracht; rechts de voedingskabels en de bediening der stoomturbines en dynamo's, links de gelijkstroom-machines, laaddynamo's, bufferbatterij, veldynamo's en draaistroommachines, terwijl voor de bufferbatterij 300 cellen en voor de
295 veldbatterij 66 cellen tot de opwekking der electriciteit in een aangrenzende lokaliteit aanwezig zijn. [...]

De techniek, draden en verliezen in de draden

300 Hoewel er geen gegevens te vinden zijn kunnen we toch aan de hand van de foto's wat proberen te zeggen over de spanningsvoerende draden. Als we aannemen dat ze 2,5 mm in doorsnee zijn, dan zijn dat stevige draden die relatief weinig verliezen bij korte stukken draad.

De weerstand in ohm bepaalt de verliezen als er een stroom door de draad loopt. Dat

is echter alleen het geval als er via begroeiing of via de weerstand van een mens of dier contact met de bodem (aarde) gemaakt wordt.

305 Maar er moeten aanmerkelijke verliezen zijn geweest, allemaal in de vorm van warmte. De lange toevoerdraden leveren verliezen, maar de draden zelf ook. Als er planten tegen een draad groeien zal daar een stroompje lopen en zal er zo verlies optreden. De planten onder de draad zullen dus regelmatig verwijderd moeten worden.

29 november 1915 **Een Duitsch deserteur**

310 [...] Hij deelde mede dat de Duitschers niet alleen een elektrischen draad langs de grens gespannen hebben, doch ook met elektriciteit geladen metalen platen onder het gras hebben verborgen. De vier kameraads waren met zoo'n plaat in aanraking gekomen.

10 februari 1917 **De elektrische draad.**

315 De Meijerijsche Crt. meldt uit Budel:
De Duitschers hebben nog twee elektrische draden boven de zes reeds bestaande geplaatst, zoodat de versperring thans 80 c.M. hooger wordt. Het overklimmen is hierdoor wel bijna onmogelijk gemaakt en ook het verbuigen der draden zal moeilijk meer gaan, daar de draden onderling met ijzeren spullen verbonden zijn. Met dit werk
320 was men Zaterdag gevorderd tot aan den provincialen weg Budel-Hamont, richting Bocholt-Achelsche kluis.
Ook zegt men, dat onder den grond nog een elektrische geleiding is aangebracht.

17 juli 1917 **Aan den draad des doods.** De Aardenburgsche korrespondent van de "N. Crt." schrijft:

325 De wereld hoort er niet meer van. Maar altijd door maakt de elektrische grensversperring zijn stille slachtoffers, in den nacht.
Een Russische krijgsgevangene kwam Maandag na eindelooze omzwervingen en gevaren behouden aan de grens. Behouden? Nog was daar de draad. De twee andere, ook scherp bewaakte grensafsluitingen was hij gelukkig overgekomen. Maar ook de derde vreesde
330 hij niet meer. In zijn pelsjas gehuld, met de hooge kaplaarzen der kozakken, sloop hij nader in den duisteren nacht, met gummi handschoen en schaar gewapend. Hij knipte en knipte, twee, drie draden knipten af met een "pang". Maar de eene draad, op den grond liggend, zag hij niet. De baan was vrij geworden. Nu haastig Holland in! Daar
335 raakte zijn voet de verborgen bliksem, als een adder loerend in het hooge gras... en met een gil, doordringend tot de Nederlandsche grensbewoners, strekt hij zijn armen hoog en valt.
Menschen komen geloopt. En in den valen morgenstond ligt daar de hooge gestalte. de Duitschers fotografeeren. Een afschrik voor de tienduizenden andere krijgsgevangenen,
340 die daar ginds werken in Vlaanderen en aan zee. Zóó vergaat het den vluchteling. Doch de Belgische grensbewoners, in de vrijgelaten grensstrook, spreken bewonderend: "Hij lag daar zoo schoone, meniere, in zijn mooie pels, en met zijn leerzen, een knappe jonge man!"
"Wie vertelt ooit zijn moeder, zijn vrouw, zijn liefste ginds in het verre Rusland,
345 dat hij hier in het zomersche bloeiende Vlaanderen, op den drempel der bevrijding, gestorven is?"

9 augustus 1917 [...] De Duitsche officier van wachtpost 6 Neerpelt deelde ons het volgende mede:

350 Ge weet, zoo begon hij, de reden, waarvoor wij de versperring hier langs de geheele grens gemaakt hebben, (n.l. om Belgische burgers en deserteurs tegen te houden). Door den kolossalen was der rivieren in België, was het water zóó hoog gestegen, dat de derde draad der versperring onder water stond, waardoor het mogelijk werd, dat
355 menschen zonder ongeluk onder den draad door gingen;

14 augustus 1917 **U i t g e s c h a k e l d.** Wegens het hevig onweer dat gisteren boven Vlaanderen woedde, werd de stroom van den elektrischen draad uitgeschakeld. Drie Duitschers maakten van de gelegenheid gebruik en ontsnapten. Zij werden in Sluis in militaire bewaking gesteld.

360 **Verliezen bij wisselspanning**

Zoals ik in mijn verhaal m.b.t. de reconstructie heb betoogd, is het energieverlies in ideale toestand nul. Maar dit was geen ideale toestand, er waren ongetwijfeld
365 aanmerkelijke warmteverliezen. Daarbij komt dat bij wisselspanning we niet spreken van weerstand, maar van impedantie; de capaciteit en de zelfinductie van de parallel lopende draden moet zeer aanzienlijk geweest zijn, zodat de impedantie ook wel veel hoger geweest zal zijn dan de weerstand van de draad alleen. En de lekstromen rond de

isolatoren moeten ronduit hoog geweest zijn, zeker naar moderne maatstaven. Daardoor werd de generator belast, ook als er geen persoon contact met de aarde maakte. Voor zover ik weet moet een generator belast worden met minstens 10% van het nominale vermogen. Dat geldt voor alle drie fasen bij een drie-fase-systeem. Als er 1000 isolatoren per km zijn (zoals al eerder gemeld: 4 draden met palen om de 4 m) zou de lekstroom bij regen zeer hoog zijn. Blikseminslag is ook gevaarlijk, zodat de draad uitgeschakeld zou moeten worden bij ernstige kans op blikseminslag

Het volgende artikel kan een bevestiging zijn voor de theorie van het stroomverlies [moet zijn: spanningsverlies]:

Sint Jansteen Een persoon van Sint-Nicolaas die woensdag brood kwam afhalen, dat te Kapellebrug (Paal) aan de draadversperring was gebracht, raakt met de hand even den electriche draad aan, doordat hij de lijn van zijn paard, die in den draad was verward geraakt, wilde los werken. De hand was er verbrand. Gelukkig was de stroom ditmaal niet zo sterk, dat het leven er bij verloren werd.' De draad stond trouwens niet altijd onder spanning. Dit was het geval op 5 juni 1916 te Koewacht. Daar had zich een rund door de buitenste draad weten te werken om zich te goed te doen aan het malse onbetreden gras. Dit werd opgemerkt door een Duits officier, die zag hoe de koe in aanraking kwam met de elektrische draad, maar daardoor niet dood was. Een electricien werd gewaarschuwd om het mankement te verhelpen. Toen de koe wel en voldaan met zijn staart heen en weer sloeg en per ongeluk weer aanraking kwam met de draad, viel ze wel ter plekke dood. Maar soms werd de stroom ook bewust uitgeschakeld, zoals in november 1918 in Zelzate, na ernstige overstromingen.

De techniek, Vluchtmogelijkheden worden er legio genoemd, isoleer[knip]tangen, rubberen kleren, tonnen en uitvouwbare ramen, ladders tegen de palen. En polsstok en graafwerk, erover of eronder, alles werd uitgeprobeerd. De professionals - smokkelaars - hadden hun eigen werkwijze.

24 juni 1915 **[De techniek,] ZOEKLICHTEN.** Men weet, dat de zoeklichten der legers en vloten van parabolische spiegels als reflector voorzien zijn. Dit brengt mee, dat de lichtbron in het brandpunt van de parabool moet staan, om een evenwijdigen lichtbundel te krijgen. Hoe grootter de lichtbron is, hoe verder vallen haar deelen buiten het mathematische brandpunt, on hoe meer treedt ongewenschte dispersie van het licht op. De eischen, die men daarom aan de lichtbron stelt, zijn: groote intensiteit en geringe afmetingen. Daar die voorwaarden het best vervuld worden bij een electriche lichtboog, wordt deze, de andere voordeelen van electriche licht nog daargelaten, algemeen in zoeklichten gebruikt. Wel is een bezwaar, dat eerst in dezen oorlog goed aan den dag kwam, dat door hevige schokken en trillingen de lichtboog gestoord, en liet licht gedoofd kan worden. Aan boord der oorlogsschepen heeft zich dit meermalen voorgedaan hij het afvuren der zwaarste stukken. Het was zeer hinderlijk. De lichtkracht voortdurende op te voeren, is het voornaamste streven tot verbetering. Grootere stroomdichtheid, waarvan een heetere boog (dus scheller licht), verwacht werd, vergrootte den boog in de eerste plaats. Men moest hieraan met een spiegel met grootere afmetingen en grooteren brandpuntsafstand tegemoet komen, maar bereikte daarmee gauw de grens van wat practisch was. Tevens bracht de groote stroomdichtheid een snel opbranden der koelelectrode mee, wat onregelmatigheid in het licht (dansen) en lastig centreeren van den boog in het brandpunt tengevolge had. Twee Deutsche uitvindingen brachten merkwaardige resultaten, nl. de lamp van Lummer en die van Beck. Lummer vergrootte de lichtkracht van den boog door aanwending van ontzaglijken druk daaromheen. De temperatuur, die gewoonlijk op pl.m. 4000 gr. C getaxeerd wordt, werd nog wat hooger door den vergrooten weerstand en stroomdichtheid, zoodat de naam "zonnellamp" zoowel wegens het licht, als wegens de temperatuur gebillijkt kan worden. Met dezen lichtboog van Lummer is het tevens gelukt gesmolten koolstof te zien te krijgen. Men weet, dat koolstof reeds bij plm. 4300 gr. sterk verdampt, en bij de gewone drukking zonder smelten vervliegt. Lummer's hooge druk was dan ook een noodzakelijke voorwaarde voor de smelting. Daar het toestel niet eenvoudig is, vindt de zonnellamp echter te velde minder toepassing dan Beck's zoeklicht, dat, van Deutschen oorsprong, ook in andere landen ingang vond, en onlangs o.a. met het grootste succes in de Amerikaansche marine beproefd werd. Beck omgeeft den lichtboog met brandenden alcohol damp, die een temperatuur van

ongeveer 1000 gr. C. heeft en koelt zodoende de buitenste deelen van de
435 koolelectroden. Dit koelen is nog voldoende, daar de temperatuur, waarop de
verdamping der kool begint, toch nog 700 a 800 graden hooger ligt dan die van de
alcoholvlam. Bovendien houdt die vlam de lucht weg, zoodat de kool niet verbrandt.
Een en ander beperkt de vorming van koolstofdamp in zóó sterke mate, dat de boog zich
440 minder uitspreidt en de zoo hoog mogelijk verhitte kern van den boog een
dienovereenkomstig sterker licht uitzendt. De positieve electrode is van een kern
(uit zeldzame aarden gemaakt) voorzien, die eerst bij 3500 graden smelt, hij vormt
een "krater", van méér dan een centimeter diepte, waarin de - gloeiende kooldamp is.
De oppervlakte van Beck's positieve electrode is in den regel 200 vierk. m.M. Het
445 licht is veel intenser dan van een gewonen boog en evenaart dien haast, al is de
oppervlakte daarvan 800 vierk. m.M., daar de lichtsterkten per vierkante eenheid
anoden oppervlak zich verhouden als 440 tot 120. Het licht van Beck is blauwwit, en
doet het normale booglicht geel schijnen. De doorsnede dor positieve electrode is 10
m.M. tegen de negatieve 11 m.M. Hierbij past men een stroom van 150 ampère toe en
450 verkrijgt een boog van pl.m. 2 c.M. lengte. Uit een electricch verhit reservoir
stroomt de alcohol-damp voortdurend om den boog heen uit.
De kleur van het licht is, zooals reeds gezegd, blauwachtig. Het percentage aan
455 blauwe en violette stralen wordt verschillend opgegeven, maar schijnt ten minste 20
en ten hoogste 40 pct. te bedragen. De kleur van een zoeklicht is lang niet
onverschillig voor den afstand, waarop de daar mee verlichte voorwerpen te zien
zullen zijn, evenals een licht zelf, al naar de kleur op grooteren of kleineren
460 afstand zichtbaar is. Rood en geel licht dringt verder door dan blauw, dit zou niet
voor Beck's lichtpleiten; het is echter gebleken, dat de het blauwlicht beschenen
voorwerpen op grooten afstand toch beter te zien zijn. Bij zwak licht maken nl. de
naar den kant van het blauw gelegen spectorale kleuren meer indruk op ons netvlies
465 dan de andere. Dit is liet z.g. Purkinje-effect, dat in verband met de kleur, die men
aan een zoeklicht geeft, zoowel als met de kleur der te ontdekken voorwerpen, zeer
actueel wordt. Het zoo weinig in het oog loopende blauwgrijs der oorlogsschepen
schijnt bijv. in de stralen van Beck's licht duidelijk zichtbaar, een helder rood als
dat der Fransche broeken zou ongeveer zwart lijken en niet in het oog vallen, althans
465 minder dan khaki of groengrijs. Aan de Dardanellen deden zich op dit punt tal van
merkwaardige dingen voor, niet steeds in het belang van de partij der gebruikers van
zoeklichten op de schepen, die niet alleen om de landing mogelijk te maken, maar ook
daarna om de Turken te verblinden, hun schelle zoeklichten op het tooneel van den
strijd richtten.

De lichamelijke gevolgen

470 5 februari 1911 **In onderstaand rapport**
worden de 15 elektrische ongevallen beschreven, die tusschen 1 April 1909 en 31 Maart
1910 in de "Oberschlesischen Industrierwerken" zijn voorgekomen:
1°. Zwaar gekwetst door draaistroom van 2000 volt. Toevallige aanraking van een
hoogspanningsklem met de eene hand, terwijl de andere hand een geaard ijzeren
schakelbordgestel vasthield.
2°. Gedood door draaistroom van 1000 volt. Neergestort op hoogspanningsrails, zoodat
475 rechterhand en rechterbeen op eene pool, en het gelaat op een andere pool kwam te
liggen.
3°. Gedood door draaistroom van 2000 volt. Aanraking van gespannen bovengrondsche
leidingen, wat op zichzelf nog niet doodelijk was. De ongelukkige stortte echter
bewustloos op den grond van zulk een hoogte, dat hij door den val gedood werd.
480 4°. Gedood door draaistroom van 500 volt. Aanraking met een blooten voet, terwijl de
andere voet op "aarde" stond.
5°. Gekwetst door kortsluiting, die een monteur maakte, bij zijn arbeid in een
schakelruimte. Door den reusachtigen lichtboog en de rond-spattende gesmolten
metaaldeelen werd hij deerlijk aan gezicht en handen verbrand.
485 6°. Gedood door draaistroom van 500 volt. Aanraking met de handen van twee polen.
7°. Zwaar gekwetst door draaistroom van 5000 volt. Aanraking met één arm met twee
polen.
8°. Gedood door gelijkstroom van 200 volt. Dit geval is zeer bijzonder, daar een
ongeval met doodelijken afloop, bij zulk een lage spanning en dan nog wel bij
490 gelijkstroom, nog zelden of nooit voorgekomen is. De goed op "aarde" staande persoon
beroerde met zijn nek een klem, die onder 200 volt spanning ten opzichte van aarde
stond.
9°. Gekwetst door draaistroom van 500 volt. Aanraking met één hand van een
bovengrondsche leiding, bij goede aarde.
495 10°. Brandwonden door draaistroom van 5000 volt. Aanraking van hoogspanningsklemmen.
11°. Gedood door draaistroom van 500 volt. Vastgrijpen met beide handen van een
hoogspannings-tractiedraad, bij goede aarding.
12°. Gedood door draaistroom van 200 volt. Een persoon met vochtige kleeren en nat-
doorweekte klompen raakte met een ijzeren stang, welke hij op zijn schouder droeg,
500 een trollidraad aan. Evenals in geval 8 is vermoedelijk de doodelijke afloop daaraan
toe te schrijven, dat de stroom in hoofdzaak door de wervelkolom ging.
13°. Gekwetst door draaistroom van 5000 volt. Aanraking met den wijsvinger der
linkerhand van een hoogspanningsklem, bij goede aarding.
14°. Gedood door draaistroom van 2000 volt. Voorover gevallen in de verzamelrails,
505 zoodat het gelaat en de linkerhand verschillende polen aanraakten.
15°. Zwaar gekwetst door gelijkstroom van 440 volt. Door een defect aan den
schakelaar van een 150 P.K. gelijkstroommotor ontstond bij het inschakelen een
kortsluiting, waardoor de bedienende electricien vele brandwonden aan de handen en in
het gezicht opliep.
510 (Electrotechnisch en Werkt. Weekbl.)

Enige verdere waarnemingen

- Zijn lijk vertoonde vele blauwe plekken en waar hij op den draad had gelegen, was
het als zwart gebrand.
515 - De milicien wilde een koperen draad, welke op de elektrische geleiding lag,
opnemen, doch werd door den stroom bijna onmiddellijk gedood.
- Hij raakte daarbij met een arm den draad aan, waardoor een elektrischen stroom
geleid wordt. De stroom ging hem door het lichaam wat den dood ten gevolge had.
- Tusschen Koewacht en Clinge vond men in een der laatste nachten het geheel
520 verkoelde lijk van een man aan de draadversperring hangen.
- Zondagmorgen is aan de grensversperring gevonden het verschrompelde lijk van een
45-jarigen landbouwer uit de Belgische gemeente Clinge.
- Hij klom er bij en greep met de hand naar den draad. Een licht doorflitste het
kamp. Toen zijn makers naar de plaats des onheils snelden, vonden zij den
525 ongelukkige met brandende kleeren bewusteloos liggen. Zij trokken hem de brandende
kleeren van zijn lijf en brachten hem naar een hospitaal. De toestand van den soldaat
is thans treurig. Een arm, welke deerlijk verbrand en lam was, is afgezet, terwijl
hij daarbij nog volkomen blind is.
- De Deutsche grenswacht, die voor eenige weken te Boeschoten met den elektrischen
530 draad in aanraking kwam, toen hij een Hollandsch militair een van zijn familie

ontvangen portret wilde laten zien heeft thans het hospitaal te Assenede verlaten, doch is ten gevolge van den schok krankzinnig geworden.

- Uit speelschheid sloeg hij met een raap tegen den electricischen draad, met het ongelukkige gevolg, dat hij dood ter aarde stortte.

535 - Donderdag-namiddag kwam in de Ohé aan de Maas, een jongen in aanraking met den electricischen draad. Gelukkig was de stroom niet zoo sterk, dat hij er het leven bij inschoot. Met brandwonden aan hand, arm en been kwam de jongen vrij.

- Een armpje was reeds doorgebrand, zoodat het handje op den grond viel.

540 - Met een dubbele ladder klommen ze er over. Toen de draad aan de ladder raakte verbrandde een zijn voet, zoodat hij op het oogenblik te Weert in het St. Jans Gasthuis verpleegd wordt;

- Het lijk was geheel verkoold.

- slechts een hunner had door lichte aanraking met den draad een brandwonde aan het hoofd.

545 - met het treurig gevolg dat vier zijner vingers van de rechterhand afbrandden en ook zijn rechterarm, onder zijn oksel, zwaar gebrand werd.

- Hij struikelde, viel met den mond op de elektrische draad en was terstond dood.

550 - Gisterenmiddag half vier werd bij de wachtpost St-Kruis de luitenant ten Bosch uit Apeldoorn gewond aan den elektrischen draad. Bij het inspekteren der posten en navraag doen naar nieuwe werken aan de Duitsche verdediging, gleed de luitenant uit en viel tegen de draad aan. Hij kreeg twee brandwonden aan de linkeronderarm en de rechtermiddelvinger werd afgebrand.

- Op verzoek nam een Duitsche soldaat de pet even weg. Het gelaat was eenigszins verwrongen en blauwachtig. Aan de linkerzijde waren de kleeren erg verbrand en ook
555 het lichaam tot in den hals.