HET VERNIELEN VAN BRUGGEN.

(*Vervolg van N°. 2, blz. 103.*)

(*Met afbeeldingen.*)

III. Houten bruggen.

Hierbij kunnen de ondersteuningslichamen gemetselde pijlers, of houten jukken zijn (1).

A. Het vernielen van houten bruggen op steenen pijlers.

Deze kunnen vernield worden:

1°. *door het doen springen van de pijlers;*
2°. *door het doen springen van het dek;*
3°. *door verbranding van het dek;*
4°. *door vernieling van de houtconstructie met behulp van zaag of bijl.*

1°. *Het doen springen van de pijlers.*

Dit geschiedt geheel naar dezelfde beginselen, als besproken zijn bij de vernieling van de pijlers van steenen bruggen, en kan dus verder buiten beschouwing blijven (2).

2°. *Het doen springen van het dek.*

Deze wijze van vernielen is, hoewel vrij gemakkelijk, echter onzeker en mag alleen gevolgd worden, wanneer men door gemis aan tijd, of door gebrek

(1) Jukken met gietijzeren of smeedijzeren stijlen worden hier buiten beschouwing gelaten.

(2) Volledigheidshalve geven wij hier de bruggen op, in den oorlog van 1866 op deze wijze vernield.

1°. De brug bij Goito over de Mincio, met 5 openingen van 10^{m} spanning en 6^{m} breedte. De pijlers waren 8^{m} lang en 1^{m},4 dik. In één pijler maakte men 2^{m},4 uit elkaar, 2 putten diep 0^{m},8 en 0^{m},3 in het vierkant, dat door 25 man genie-troepen in 5 uur verricht werd. De ontsteking geschiedde electrisch. De lading bedroeg 135^{k} te zamen. De gemineerde pijler werd tot op den waterspiegel vernield, 2 bogen stortten in; de baan was over 22^{m} lengte afgebroken.

2°. Bruggen over de Etsch-kanalen tusschen Adria en Badia; Ponte del ghebbo over de Naviglio

aan materialen geen putten of mijngangen in de pijlers kan maken, of de brug kan verbranden, zooals hierna zal besproken worden.

In den oorlog van 1866 is het onzekere van deze vernielingswijze duidelijk gebleken. Van de vijf bruggen, die men toch op deze wijze heeft trachten te vernielen, mislukten er twee. De drie bruggen, waarbij het gelukte, zijn: de twee bruggen over de Fella bij Malborghetto en de brug over de Etsch bij Nomi; de beide bruggen, waarbij het mislukte: die over de Etsch bij Ravazzone en over de Thaya bij Oblass nabij Znaim (1).

Wij zullen deze in het kort behandelen.

1. *Ponte di muro over de Fella.* Deze bestond uit 4 spanwerken (2) van 16^{m} spanning; de brug was 6^{m} breed; het hout der liggers, schoren en gordingen was 0^{m},3 bij 0^{m},3; het puindek dik 0^{m},5 (3). Wegens den slechten toestand van het gereedschap der velduitrusting, moest het mineeren van de pijlers opgegeven worden. Voor het springen werden 2 vaten buskruit, elk van 112^{k}, in het puindek ingezonken, ter plaatse, waar bij het spanwerk de gordingen door de dwarsschoren gesteund worden, en 2^{m},1 rechts en links uit de as. De vaten rustten op de ribben van het dek en werden met 0^{m},5 puin overdekt. Insgelijks werd nog een vak tot verbranding ingericht, waartoe op de schoren een stapel rijshout werd geplaatst. Dit werd eerst in brand gestoken, daarna werd het buskruit ontstoken. Beide vaten ontploften gelijktijdig, waarbij het dek geheel werd doorgeslagen en een vak instortte, terwijl het tweede vak afbrandde. Dit was door 15 man genie-troepen in 4 uur verricht.

2°. Bij de tweede brug over de *Fella*, *Ponte pietra tagliata*, van dezelfde constructie maar bouwvalliger, werd de vernieling op dezelfde wijze en met hetzelfde resultaat uitgevoerd. De ontploffing van de beide vaten had echter met een tusschenruimte van 3 à 4 secunden plaats, terwijl de helft van den middelsten ligger met het daarop rustende puin nog bleef zitten, wat echter met geringe moeite naar beneden werd gestort.

---

adigetto. Deze bruggen hadden ieder twee openingen van 10^{m} spanning en 6^{m} breedte. De pijlers waren 8^{m} lang en 1^{m},7 dik. In één der landhoofden en in den pijler waren, vóór het uitbreken van den oorlog, in elk 4 mijnkamers gemaakt. De berekende lading bedroeg 22^{k}. Men nam echter in het geheel 300^{k}. De ontsteking geschiedde met buskruitworst en monnik. De gemineerde pijlers werden tot op den waterspiegel vernield; de baan over 22^{m} afgebroken.

3°. Brug bij Lama en brug bij Pontecchio over het kanaal Bianco. Deze twee bruggen van gelijke constructie, hadden 3 openingen van 6^{m},5 spanning. De pijlers waren lang 8^{m}, dik 1^{m},6. In elk der beide pijlers werden 6 mijngangen gemaakt, lang 1^{m}. De lading bedroeg 190^{k}. De brug werd geheel vernield, de baan over 24^{m} afgebroken. Ontsteking als bij N°. 2. Manschappen en tijd eveneens onbekend *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften.* 1868. *Offic. Theil.*

(1) *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften.* 1868, *Offic. Theil.*

(2) Ter onderscheiding, noemen wij het een *spanwerk*, wanneer de houtconstructie, die de bruggliggers ondersteunt, *onder* de brug is aangebracht; daarentegen een *hangwerk*, wanneer deze zich *boven* de brug bevindt.

(3) Bij veel bruggen in Oostenrijk bestaat het dek uit een aaneensluitende balklaag en hierover een puinlaag, meest 0^{m},3 à 0^{m},5 dik.

3°. De brug over de *Etsch* bij *Nomi* had 5 vakken van 16^{m} spanning en 4^{m},3 breedte. De houtconstructie bestond uit een zeer stevig spanwerk; de afmetingen van het hout waren gemiddeld 0^{m},3 bij 0^{m},35; het puindek was 0^{m},3 dik. Er was weinig tijd voorhanden, daar men binnen het uur den vijand kon verwachten. Aan beide einden van het middelste vak werden, na wegruiming van het puin, voor zoover dit noodig was, en na opneming van de balklaag, de liggers gedeeltelijk doorgezaagd en doorgehakt. Aan weerszijden van het midden boven de samenkomst van schoren en liggers, werden loodrecht op de lengte-as 2 geulen in het puindek gehakt, elk met 84^{k} gevuld, en met zandzakken, balken, steenen en grond overdekt. Een afdeeling, ter sterkte van 35 man ($\frac{1}{4}$ kompagnie), had een en ander in één uur voltooid. Bij de ontsteking door middel van de buskruitworst, ontplofte de lading in beide geulen gelijktijdig en het vak stortte in. Daar nog tijd overbleef, richtte men nu nog een meer naar den eigen oever gekeerd vak tot springen in, waarbij echter door gebrek aan buskruit, slechts één geul gemaakt werd, die men met 84^{k} laadde. De uitwerking was veel minder. Twee liggers, hoewel aan de halfdoorgezaagde einden doorgebroken, bleven zitten; de passage was echter, zelfs voor enkele personen, zeer gevaarlijk. Daarna werd dit overblijvend gedeelte van het 2de, benevens het 1ste vak verbrand.

4°. De brug over de *Etsch* bij *Ravazzone* had 3 openingen van 24^{m} spanning en was 6^{m} breed. De houtconstructie bestond uit een spanwerk van zeer sterke 0^{m},3 bij 0^{m},3 zware balken; het puindek was 0^{m},3 dik. De vernieling van de brug had plaats in het hachelijkste oogenblik van de verdediging van Tyrol. De brug lag een uur van Roveredo, waar men elk oogenblik het voortdringen van den vijand door de Val arsa verwachtte. De tijd was dus gering, weshalve de bevelvoerende officier besloot het vak te doen springen. Men had zelfs niet den tijd de sterke balken gedeeltelijk door te hakken of te zagen. Dwars over het meest nabij den eigen oever gelegen vak, maakte men een geul in het puindek, lang 6^{m}, dus gelijk de breedte der brug, en breed 1^{m},2, bracht daarin 3 vaten buskruit, te zamen 336^{k} bevattende, nam den bodem er uit, ten einde ze met elkaar te verbinden, bedekte de vaten met balken en puin, en bracht aan twee punten een loopvuur van los buskruit aan. Dit werd door 35 man genie-troepen in 5 uur volbracht. De werking van het buskruit op de brug was zonder gevolg. Het puindek was gescheurd, de balken, die tot opstopping dienden, verbroken, maar de brug bleef begaanbaar. Het detachement moest aldus onverrichter zake aftrekken, maar eenige stukken hout bij de ontploffing in brand geraakt zijnde, deden weldra de brug op verscheiden plaatsen in brand staan, die door de droogte van het hout en den hevigen wind, zoo sterk toenam, dat des avonds de brug geheel afgebrand was.

5°. *Brug in den straatweg over de Thaya bij Oblass nabij Znaim.* Deze brug was lang 130^{m}, breed 6^{m} en rustte op 7 pijlers. De houtconstructie bestond uit stevig spanwerk. Daar noch tijd noch gereedschappen voorhanden waren

om in de pijlers mijnkamers te maken, besloot men het dek door springtonnen te vernielen, waarvan er drie voorhanden waren, elk 40^{k} bevattende. Deze werden in het puindek, dat echter niet dik was, over het midden van een opening en ook op gelijke afstanden gelegd en tot *gelijktijdige* ontsteking de vuurkoord van BICKFORD genomen; zij werden overigens niet met grond overdekt. De ontploffing geschiedde in drie slagen, door tusschenpoozen van 5 à 6 seconden gescheiden (1). De uitwerking was niet de gewenschte. De twee uiterste tonnen sloegen het houtwerk door, en maakten gaten van 1^{m},5 lengte en 1^{m},2 breedte, de middelste ton had echter het onder gelegen houtwerk slechts voor de helft vernield. Om de brug geheel te vernielen, werd nog op dezelfde plaats het puindek geheel weggenomen, pek en stroo, dat men in Oblass requireerde, met krammen tegen het spanwerk bevestigd, zoodat een half uur na het aansteken het bruggenvak geheel afgebrand was. Deze arbeid was door een pionnierafdeeling van het 9de regiment huzaren verricht (2).

Uit deze vernielingen blijkt dus dat een *goede opstopping* en *gelijktijdige ontsteking* hoofdvereischten zijn. Alleen door het vinden van een krachtigen tegenstand op het oogenblik van de ontploffing, kan een voldoende uitwerking bereikt worden. Ook zal het steeds aan te raden zijn, de uitwerking van het buskruit zooveel mogelijk te vergrooten door het doorzagen of doorhakken van de liggers, gordingen, schoren, enz.

---

(1) Dit was bij het bezigen van de vuurkoord van BICKFORD wel te voorzien, daar dit zeer langzaam en ongelijkmatig brandt.

(2) In de Noordelijke armee werden, bij den aanvang van den oorlog, bij elk der 10 cavalerieregimenten, die in de opgerichte 2 lichte cavalerie-divisiën ingedeeld waren, 30 bereden manschappen, als pionniers ingedeeld. Bij beide divisiën werden 1 kapitein en 3 onderofficieren van de genie, benevens eenige geoefende manschappen ingedeeld, wat bepaald noodig bleek te zijn.

Bij elke divisie was bovendien een met 4 paarden bespannen genie-treinwagen, waarin zich, behalve werktuigen, nog 3 springtonnen van 34^{k} en 40 torpedo's van 1^{k},12, benevens ontstekingsmiddelen bevonden.

Bij de 1ste lichte cavalerie divisie werd van deze pionnierafdeeling zeer veel gebruik gemaakt: kolonnewegen werden door haar aangelegd en verbeterd, communicatie-middelen gemaakt, bruggen geslagen en hersteld, vernield en gebarricadeerd, bij het maken van kampen en bivouacs voor eigen gebruik was zij behulpzaam, zoodat de doelmatigheid van dezen maatregel proefondervindelijk bleek. Dit te meer, daar de strijdbare toestand van de regimenten er volstrekt niet door verminderd werd en alle gewone diensten eveneens door haar werden verricht. De uitrusting bleek echter niet voldoende te zijn. Behalve de 3 springtonnen waren minstens nog 3 van 56^{k} en krachtiger torpedo's noodig, benevens een uitrusting aan meer hevig werkende springmiddelen. (*Verwendung der K. K Geniewaffe bei den leichten Cavallerie-Divisionen während des Feldzuges gegen Preussen* 1866. *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Krieyswissenschaften* 1868, *Offic. Theil.*

De groote voordeelen van cavalerie-pionniers in den oorlog van 1866 gebleken zijnde, heeft men in Oostenrijk besloten de 4de afdeeling (32 man) van het 6de veldescadron van elk regiment, behalve in hun eigen dienst ook in den pionnierdienst te oefenen, meer bepaald in het herstellen en vernielen van communicatiën (voornamelijk spoorwegen), en hen tot dat doel uit te rusten. Verder zijn, tot de uitvoering van de eenvoudigste, bij de cavalerie zelve te velde voorkomende pionnierwerkzaamheden, bij elk der overige veld-escadrons, benevens bij het reserve-escadron vijf man bestemd (totaal 30), en dienovereenkomstig met de benoodigde werktuigen voor twee timmerlieden en drie aardwerkers voorzien. *Oestr. Milit. Zeitschr.* 1871, *N°.* 3.

Houten bruggen met spanwerken leveren bovendien een goede gelegenheid op, om deze voorwaarden te vervullen, en het komt ons vreemd voor, dat de Oostenrijkers daarvan bij bovenvermelde bruggen nooit gebruik gemaakt hebben. Plaatst men namelijk op de schoren, die de gordingen steunen, welke de liggers dragen, planken, ribben, balken, palen of boomstammen, enz. in de richting der breedte van de brug, dan wordt op die wijze een driehoekige kast gevormd, begrensd aan de eene rechthoekszijde door den pijler, aan de andere van boven door het dek, aan de schuine zijde door de geplaatste ribben, terwijl de beide uiteinden nog met ribben, planken, enz. opgestopt moeten worden.

Bij een brug over de Thaya bij Znaim heeft men voor het springen van het dek, van torpedo's gebruik gemaakt. Tot het doen springen van de pijlers was geen tijd, terwijl men wegens de nabijheid van de stad, de brug ook niet durfde te verbranden. Tegen elk der 5 brugliggers bracht men een torpedo aan, nadat men eerst het dek daartoe had weggenomen, en de schroeven losgemaakt. De uitwerking was onvoldoende; twee liggers waren zelfs bijna in het geheel niet beschadigd. Dit was door cavalerie-pionniers verricht.

3°. *Het verbranden van het dek.*

Hiertoe neme men de puinbedekking, zoo die aanwezig is, weg, make in het dek verscheiden luchtgaten tot het doorlaten van de vlammen, omringe zooveel mogelijk alle groote balken met pekkransen en plaatse zooveel brandmateriaal, als men verkrijgen kan, op het dek. Als brandmaterialen gebruikt men pek, teer, stroo, zwavel, takkenbossen, rijs en ander dun hout, terpentijn, petroleum, enz. De laatste stof, bijna overal te verkrijgen, kan vooral uitstekende diensten bij verbranding bewijzen.

De op deze wijze in den oorlog van 1866 vernielde bruggen zijn de volgende.

1°. *De brug over de Etsch bij Villa nabij Roveredo* (1). Deze bestond uit 3 vakken van 28^{m} spanning, had een breedte van 6^{m} en was van een zeer sterke houtconstructie, rustende op bogen van zware balken. Er was geen puindek. In het dek werden gaten gehakt, de bogen werden met pekkransen omwoeld, en waar deze niet in voldoend aantal waren, werden de bogen gedeeltelijk doorgehakt. Op enkele punten werden tegen de balken der 3 middelste bogen zakjes met 14^{k} buskruit gehangen, ten einde ze nog meer te beschadigen, en het vuur er gemakkelijker op in te doen werken. Alle tusschenruimten der houtconstructie werden met stroo en rijshout gevuld en vervolgens werd aangestoken. Een en ander was door 35 man genie-troepen in 3 uur verricht. Het vuur vernielde het voorbereide bruggenvak geheel; door het buskruit waren echter de bogen slechts een weinig verschoven.

2°. *De spoorwegbrug over den Weichsel bij Myslowitz.* Deze brug was 48^{m}

(1) *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften.* 1868. *Offic. Theil.*

lang, 5^{m} breed en had twee openingen van 20^{m} spanning. De houtconstructie bestond uit een zeer stevig spanwerk. Het puindek werd weggenomen, op vijf plaatsen in het dek werden gaten gemaakt (o. a. boven de schoren) om het brandmateriaal er doorheen te brengen. Vervolgens werden omstreeks 0^{m},15 dikke boomen geveld, lang genoeg om van den uitersten schoor aan de eene zijde tot den uitersten aan de andere zijde te reiken, en hierop werd het brandmateriaal gestapeld, bestaande uit kruisgewijs gestapeld droog hout. Dit geschiedde op 4 plaatsen, aan weerszijden van den pijler en bij de landhoofden. De schoren, gordingen en sleestukken werden vervolgens met pekkransen omwikkeld en de liggers boven de schoren met teer bestreken. Het hout werd gelijktijdig aangestoken; na 3 uur stortten beide vakken te gelijker tijd in. Dit was door 35 man genie-troepen in 12 uur verricht.

3°. *Spoorwegbrug over den Oder bij Deutsch Jassnik.* Deze brug was lang 64^{m}, breed 4^{m},5 en had 3 openingen van 20^{m} spanning. Het eerste en derde vak waren nog in het midden door een houten hulpjuk ondersteund. De zeer sterke houtconstructie bestond uit een hangwerk. Uit Olmütz werden per spoor tot de vernieling aangebracht: 56^{k} werk, 840^{k} stroo, 28^{k} zwavel, 56^{k} pek, verder dun hout en touw. Onmiddellijk daarop werden pekkransen vervaardigd en werden de rails, benevens het dek, hier en daar opgebroken. De twee hulpjukken werden met pekkransen omwonden, zoo ook het hout van het hangwerk. Het nog overblijvende stroo, hout, pek en zwavel werd over het dek verspreid. Dit was in één uur door 36 man genie-troepen verricht. De brug brandde in 2¼ uur geheel af.

De verbranding van houten bruggen met spanwerken is in het algemeen ten gevolge van de constructie niet moeilijk. Men neemt daartoe het dek weg tot doorlating van sparren of ribben, die men in de richting der breedte van de brug op de schoren legt (zooals bij bovenbeschreven brug bij Myslowitz), welke dan tot basis dienen, en waarop men een houtmijt stapelt van kruislings geplaatst droog hout, dooreen gemengd met licht brandbare stoffen.

Om hangbrugwerken te vernielen, stapelt men, als de passage niet gehinderd mag worden, aan een kant tegen zijwand en schoren een houtstapel op, die, hoewel vooreerst slechts een kant in brand stekende, toch hierdoor de geheele brug doet instorten.

4°. *Het vernielen van de houtconstructie met behulp van zaag of bijl* (1).

In plaats van de bruggen te doen springen of te verbranden, zou men bij gebrek aan materialen, ten behoeve van een vernieling ook als volgt te werk

(1) Omtrent de inrichting en het gebruik van verschillende soorten van zagen tot het onder water doorzagen van palen, zie men *De Veldversterkingskunst van Kapit.* Eland, *blz.* 144 *en* 145.

kunnen gaan. Bij bruggen met spanwerken zou men de schoren, die de gordingen steunen, welke de liggers dragen, door moeten zagen. Zijn de liggers niet van pijler tot pijler doorgaande, maar bestaan zij uit twee of meer deelen door het spanwerk ondersteund, dan zal natuurlijk door de vernieling hiervan (aan een kant zelfs is voldoende), de brug instorten. Is dit niet het geval, maar bestaan zij uit één stuk, dan wordt de brug door het doorzagen alleen verzwakt. Men moet dan, door het losslaan van de wiggen, de sluitribben wegnemen, eveneens het dek, daarna de liggers, of wel deze doorzagen of doorhakken. Men moet echter zorgen, dat de vijand zich niet gemakkelijk van dit materieel kan meester maken. Bij een sterk stroomend water voert de stroom het van zelf weg; anders zal men het bij elkaar brengen en trachten te verbranden of onbruikbaar te maken. Soms zal dit echter de moeite en tijd niet beloonen, wanneer de vijand b.v. gemakkelijk in de nabijheid zwaar hout kan bekomen. Dit zal natuurlijk van de omstandigheden afhangen.

Ook bij hangwerken zal het voldoende zijn de schoren, vooral bij de samenkomst met de liggers, door te hakken. Het kan echter voorkomen, dat deze door leuning, enz eenigszins verborgen zijn; door echter naar de verticale stijlen te zien, zal het weinig moeite kosten de deelen te onderscheiden, die de eigenlijke kracht der houtconstructie uitmaken. Mocht de brug door de bijkomende houtverbindingen dan nog eenigszins opgehouden worden, dan zal een doorhakken van de buitenste liggers nabij de pijlers, het doel doen bereiken. Zijn de liggers van pijler tot pijler doorgaande, dan moeten nog dezelfde maatregelen genomen worden als boven omschreven zijn.

Bij bruggen uit een combinatie van span- en hangwerken bestaande, vernielt men eerst het spanwerk, daarna het hangwerk.

Bij deze vernielingen zijn de pijlers nog in hun geheel gebleven, en bieden den vijand dadelijk vaste steunpunten aan. Ten einde hem, tijdens het herstellen, ten minste eenige moeilijkheid bij het gebruik maken van de steunpunten in den weg te leggen, kan men van boven van de pijlers, indien deze niet te hard zijn, steenen breken en wel zoodanig, dat zij aan den eenen kant hunne hoogte behouden, breekt men nu beurt om beurt stroom op- en afwaarts bij de pijlers af, dan zal de vijand eerst het oppervlak weer gelijk moeten maken, vóór hij aan het herstel kan beginnen.

B. Het vernielen van houten bruggen op houten jukken.

Deze kunnen vernield worden:

1°. *door ze te doen springen;*
2°. *door ze te verbranden;*
3°. *door vernieling van de houtconstructie met behulp van zaag of bijl;* terwijl
4°. *kleinere houten bruggen ook nog vooraf tot vernieling voorbereid kunnen zijn.*

1°. *Het doen springen.*

Hieromtrent geldt hetzelfde, als boven voor de houten bruggen op steenen pijlers is opgemerkt. Bij het plaatsen van zelfs groote hoeveelheden buskruit op- of onder het dek is men, tenzij vaste insluiting en gelijktijdige ontsteking kunnen verkregen worden, nooit van de uitkomst zeker. Men zal daarom altijd nog trachten, indien de tijd tot verbranding te kort schiet, of de materialen daartoe ontbreken, de brug door het doen springen van de jukken te vernielen. Steeds moet de lading zooveel mogelijk aan alle kanten ingesloten en boven de koppen der palen geplaatst worden. Op zijde of tusschen de jukken aangebracht, is de uitwerking veel minder; de mislukte poging van de Oostenrijkers in 1859, om de brug over de Adda bij Pizzighettone door middel van tusschen de jukpalen geplaatste ladingen te vernielen, strekt hiervan tot bewijs. Er werden 17 kisten van $0^m,45$ lengte, $0^m,38$ breedte en $0^m,26$ hoogte (zooals de artillerie ze voor het bewaren van de infanterie-munitie gebruikte), elk gevuld met 28^k buskruit van 30', tusschen de palen, van drie jukken onder den hoofdbalk en op, aan weerszijden der palen zich bevindende gordingen geplaatst. Door middel van planken en wiggen werden zij aan twee zijden vastgezet en opgestopt. De ontsteking geschiedde door electriciteit; in elk der kisten waren echter twee patronen. Deze arbeid werd in $2\frac{1}{2}$ uur verricht. Na 25 omdraaiingen van de electriseer-machine werd ontstoken. De vreeselijke slag en het hevig schudden van den grond deden een groote uitwerking vermoeden. De brug was echter, hoewel natuurlijk beschadigd, zóó weinig vernield, dat het de vijandelijke armee weinig moeite zou gekost hebben, de brug spoedig geheel te herstellen. Er bleef nu niets anders over, dan te trachten de brug te verbranden, en daar dit niet verhinderd werd, waren, na omstreeks 7 uur, 3 jukken verbrand (1).

Ook de toevallige ontploffing van twaalf springtonnen op de Donau-brug bij Mautern levert hiervan een bewijs. Men had aldaar, om de onophoudelijke passage niet te hinderen, en bij gemis aan een puindek, de tonnen tusschen de jukpalen in verschillende étages aangebracht. Bij het springen werd het juk bijna niet beschadigd (2).

Evenals bij de bruggen op steenen pijlers vermeld is, moeten ook hier alle pogingen aangewend worden, om een goeden uitslag te verzekeren, als: het gedeeltelijk doorzagen van liggers of sloven, het losmaken van schroeven, beugels, sluitribben, enz.

Beide vernielingen, op deze wijze in den oorlog van 1866 beproefd, gelukten; het waren de brug over de Elbe bij Josephstadt, in den spoorweg van deze plaats naar Schwadowitz en de brug over de March bij Kozuschan nabij Olmütz (2).

(1) *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften.* 1868, *Offic. Theil.*
(2) *Mittheilungen*, *u. s. w.* 1868, *Offic. Theil.*

De spoorwegbrug over de Elbe was lang 75^{m}, breed 4^{m},5, en rustte op 24 houten jukken. Elk vak had een lengte van 19^{m}; de jukken waren dubbel. De 5 jukpalen waren 0^{m},3 bij 0^{m},3; de hoofdbalk van een juk 0^{m},3 bij 0^{m},35; de 5 liggers 0^{m},3 bij 0^{m},6. Niettegenstaande deze sterke houtconstructie, was de spanning voor de zware belasting van een trein te groot en had men daarom elk vak nog door 2 hulpjukken ondersteund.

Aanvankelijk wilde men twee brugvakken afbreken, maar wegens het gevaarlijke en moeilijke werk, besloot men een juk door middel van buskruit te doen springen. Men koos daartoe het eerste.

De tusschen 2 hoofdbalken zijnde ruimte, diende tot buskruitkist. De bodem werd gevormd door twee lagen planken rustende op de borsten der palen. De buskruitkist bestond dus uit een geul lang 3^{m},2, breed 0^{m},31 (1). Zij werd geladen met 185^{k} van 80° (262^{k} van 40°). De geul werd vervolgens met planken belegd. Hierop kwam een dunne laag van vast aangestampten grond en drie rijen balken, die tusschen de liggers werden ingedreven en met wiggen opgesloten.

In het midden der geul werd een lengte vuurkoord van Bickford geplaatst. De beide hulpjukken werden weggenomen, benevens de leuning gedeeltelijk; de einden der liggers werden bij het landhoofd doorgezaagd. Één onderofficier en 15 man genie-troepen hadden een en ander in 12 uur verricht. De ontploffing was zeer hevig; de uitwerking volkomen. De jukpalen waren bijna tot den waterspiegel afgescheurd; de op dit juk rustende liggers, waren vernield.

Men moet hierbij echter niet de gunstige omstandigheden over het hoofd zien, waardoor, met betrekkelijk weinig buskruit, zulk een goede uitslag door deze wijze van vernielen verkregen werd. De dubbele jukken met hunne hoofdbalken boden een zeldzaam gunstige gelegenheid tot het maken van een buskruitkist aan, en verzekerden hierdoor de hoofdvoorwaarden voor het gelukken: vaste insluiting en gelijktijdige ontsteking. Ook de te voren verrichte werkzaamheden aan het eerste bruggenvak, hadden de werking van het buskruit veel versterkt.

Bij onze houten bruggen, zooals b.v. die over de Linge bij Geldermalsem, over den IJsel bij Kampen, uit slechts één rij jukpalen bestaande, zal men wel niet anders kunnen doen, dan de lading tusschen de liggers op den hoofdbalk te plaatsen. Men kan dan zijwaarts, tot opsluiting, ribben of planken, ingekeept tot doorlating van de liggers, tegen den hoofdbalk bevestigen, en, zoo men niet al de, als het ware door de liggers in afzonderlijke vakken verdeelde, buskruitkisten door vuurkoord of electriciteit gelijktijdig kan ontsteken, make men ten behoeve van een gelijktijdige ontsteking, in de liggers boorgaten of sleuven en brenge daarin buskruit, liefst in een omhulsel ingesloten (dus buskruitworst, vuurkoord, enz.).

---

(1) De onderlinge afstand der hoofdbalken van de naast elkander staande dubbele jukken was 0^{m},31.

De tweede, op deze wijze vernielde brug over de March bij Kozuschan was lang 160^{m}, breed 2^{m},6. De 19 jukken waren 8^{m} uit elkaar en bestonden uit 6 jukpalen door gordingen verbonden; op den hoofdbalk rustten 5 liggers. De afmetingen van het hout waren 0^{m},3 bij 0^{m},3; het puindek was 0^{m},6 dik. De palen van het 2de, 3de, 4de en 5de juk werden iets boven den waterspiegel voor drie vierde doorgezaagd; het 3de en 4de juk werden tot springen ingericht.

Boven den middelsten ligger van beide jukken, juist boven den kop der palen, werd bij elk in het puindek een gat gemaakt tot op het hout en daarin een springton gelegd, bevattende 40^{k} van 126^{e} (70^{k} van 40°), zoodanig dat de lengte-as evenwijdig met den ligger kwam. De tonnen werden met touwen en krammen aan het houtwerk bevestigd, met puin en grond overdekt. De ontsteking geschiedde met de vuurkoord van BICKFORD, dat men tot gelijktijdige ontsteking in het midden van het vak met elkaar verbond. Dit was door 2 onderofficieren en 20 man genie-troepen in 4 uur verricht.

Bij de ontsteking ontplofte na 10 minuten de eene, 1 minuut later de andere ton. Het was duidelijk, dat zulks niet gelijktijdig zou geschieden.

De uitwerking was gunstig, hoewel niet zooals bij de Elbe-brug. De beide jukken waren verwoest, met uitzondering van twee palen per juk, waarop nog insgelijks in hun geheel gebleven liggers lagen. Nadat deze doorgezaagd waren, was de vernieling van de beide jukken voltooid, en hierdoor 24^{m} baan opgebroken.

In den Amerikaanschen oorlog bezigde men dikwijls andere middelen om houten bruggen te doen springen (1). Dit geschiedde namelijk met behulp van ijzeren met buskruit geladen patronen, die in de balken werden geplaatst

---

(1) In den Amerikaanschen oorlog zijn door beide partijen, vooral door het beroemde spoorwegkorps der Noordelijke Staten onder bevel van den generaal MAC-CULLUM een groot aantal bruggen vernield.

Zoo verwoestte de generaal FORREST den 23sten Maart 1863 de *Nashvill-Franklin*-baan, en verbrandde de brug bij Brentwood.

Op het eind van April richtte de generaal STONEMAN een vreeselijk verwoestingswerk aan; zijne detachementen vernielden alle bruggen over het *James*-kanaal en de spoorwegbruggen over de North Anna. Hierdoor werden 7 spoorwegbruggen en 22 gewone bruggen onbruikbaar gemaakt.

Den 15den Mei vernielde SHERMAN de spoorwegbrug over den *Pearl*-stroom bij Jackson.

In Juni 1863 vernielden de troepen van generaal EWELL, bij het indringen in Maryland, alle spoorwegen, die het Westen met Washington verbonden, bij welke gelegenheid de prachtige *Columbia*-brug vernield werd.

Den 9den Juni verbrandde de generaal JOHNSTON de *Cattahooche*-brug.

In April 1865 verbrandde MODERWELL de brug over de *Catawba*-rivier in 30′ enz. (*Das Eisenbahnbau-corps der Armee der Vereinigten Staaten, von* WENDELIN BOEHEIM, *K. K. Hauptmann im Pionniercorps, Oesterr. Milit. Zeitschr.* 1866, N°. 2). Détails ontbreken ons echter, evenals van de volgende in den oorlog van 1859 door de Oostenrijkers vernielde houten bruggen, namelijk:

de schipbrug van Mezzano Corte;

de bruggen over de Gravellone, waarbij één jukbrug door verbranden en twee jukbruggen en één schipbrug door het wegnemen van de samenstellende deelen vernield werden;

en ontstoken. De door den generaal MAC-CULLUM gebruikte patronen waren $0^m,2$ lang en bestonden uit een $0^m,023$ dikke ijzeren pin, die aan den eenen kant van een $0^m,026$ dikken kop van $0^m,05$ middellijn, aan den anderen kant van een schroefgang voorzien was. Over deze pin werd een blikken met buskruit gevulde bus van $0^m,05$ middellijn geplaatst, die daarna met een $0^m,026$ dikke ijzeren plaat van $0^m,05$ middellijn en van een schroefmoer voorzien, gesloten werd. Door deze inrichting zal het buskruit, bij het ontploffen, niet de einden van den cilinder uitdrijven, maar zijn werking op de wanden verrichten, zijnde deze het zwakst. Brengt men dan de patronen in een gat, door middel van een boor, van iets grooter middellijn, in de te vernielen balken gemaakt, dan zal bij het springen het hout uit elkaar geslagen worden, daar de weerstand van de beide ijzeren platen, binnen zekere grenzen, nog grooter is, dan die van de blikken wanden en van het omringend hout. In de bovenste plaat was een gat voor de ontsteking.

Zoo mogelijk moest men op deze wijze alle houtdeelen van een dwarsdoorsnede der brug vernielen. Waren hiertoe te weinig patronen, dan koos men natuurlijk de zwaarste balken, of die, welker vernieling de grootste uitwerking zou hebben (1).

Deze wijze van vernielen komt ons zeer navolgenswaardig voor. Bij de velduitrusting onzer genie-troepen kunnen dergelijke patronen en boren gemakkelijk meegevoerd worden. Men heeft dan geen houtdeelen door te zagen, wat tijdroovend en gevaarlijk is, terwijl de vernieling bij zware bruggen veel gemakkelijker en spoediger geschiedt, dan door verbranden, waarbij men nog zooveel materialen noodig heeft, die niet altijd even gemakkelijk zullen te verkrijgen zijn.

Alleen eenvoudige *pétards* of boorgaten met buskruit gevuld, zijn niet voldoende, gelijk in den Italiaanschen oorlog van 1859 bij een brug, door den

---

2 jukbruggen over de Adda bij Spino en Lodi, die men verbrandde en

2 jukbruggen over de Oglio bij Canetto en Marcaria, die eveneens verbrand werden. (*Mittheilungen u. s. w.* 1865. *Offic. Theil*).

Hetzelfde geldt omtrent de bruggen door de Hannoveranen bij hun overhaasten terugtocht uit Hannover (17 Juni) in de Zuiderbaan tusschen Nordstemmen en Kassel vernield. Van 17—18 Juni werd het spoor op de *Leine*-brug bij Poppenburg en op de *Reiche*-brug bij Elze opgebroken; 19 Juni werd de brug tusschen Kreinsen en Salzderhelden door opneming van het dubbel spoor en door versperring met 7 spoorwegwagons onbruikbaar gemaakt; de *Werra*-brug bij Münden werd door een uit balken en rails bestaande barricade versperd; den 21sten werd tusschen Nordheim en Nörten de houten bovenbouw van een brug weggenomen en benevens de rails naar Göttingen vervoerd; evenzoo bij een brug tusschen Nörten en Göttingen, enz. Zoo werd den 15den Juni door de Saksers de *Risa*-brug verbrand (2 jukken in $1\frac{1}{2}$ uur) enz. Nauwkeurige gegevens, gelijk die van de Oostenrijkers, ontbreken echter. Men zie hierover nader: *Die Kriegfuhrung unter Benützung der Eisenbahnen und der Kampf um Eisenbahnen von* H. L. W., *K. Pr. Hauptmann*, *S.* 236—255.

(1) *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften* 1865. *Nicht officieller Theil.* (*Leistungen der Amerikaner im Brückenbau von* THEODOR RÜHL, *Oberlieutenant im K. K. Geniestabe*).

kapitein HOFFMAN op deze wijze beproefd, gebleken is. Alleen om den brand te bevorderen kan dit nuttig zijn.

Het *Praktisches Taschenbuch für den Mineur* (*blz.* 65) geeft nog het volgende op. Om een brug te doen springen, plaatse men op den hoofdbalk, naast de liggers 25^{k} à 50^{k} buskruit. Op deze wijze werd te Krems een 3^{m} breede brug, bestaande uit 5 liggers van 0^{m},15 bij 0^{m},22, en een planken dek, dik 0^{m},04, door 2 gelijktijdig aangestoken springtonnen van 56^{k} tot spaanders geslagen. Per 2 M^{1}, dus gemiddeld om den anderen ligger, rekent men een vaatje noodig te hebben.

Volgens hetgeen wij vroeger reeds opgemerkt hebben, mag echter deze onzekere wijze alléén in den uitersten nood, bij volkomen gemis aan tijd, gebezigd worden.

Jukbruggen kunnen verder nog door middel van torpedo's vernield worden. Zoo werd bij de practische oefeningen van onze genie-troepen, in Juli 1870, het juk van een gewone vestingbrug (de palen echter niet dikker dan 0^{m},2 bij 0^{m},2) geheel vernield, door het springen van twee, aan weerszijden van den middelsten jukpaal, 1^{m} onder den waterspiegel geplaatste torpedo's, elk met 6^{k},5 buskruit gevuld.

Het *Aide-mémoire van* LAISNÉ (*blz.* 412) geeft daaromtrent op, dat 18^{k} à 20^{k} buskruit, 2^{m} à 3^{m} onder den waterspiegel geplaatst, in staat zijn een juk geheel te vernielen. Een lading van 30^{k} in een looden kist op den bodem van een 2^{m},3 diepe rivier geplaatst, vernielde 3 vakken eener jukbrug, terwijl dezelfde hoeveelheid op het dek boven den hoofdbalk geplaatst, slechts één juk brak, zonder de passage te stremmen.

In het Verslag omtrent de proeven genomen in Juni 1865 op de Simmeringer-heide bij Weenen met het schietkatoen, dat uit den oorlog in Denemarken teruggevoerd was, vinden wij nog het volgende aangeteekend, omtrent het vernielen van houten bruggen (1).

Op een brug, lang 9^{m}, breed 3^{m},5, bestaande uit 4 liggers van 0^{m},26 bij 0^{m},31 met een dek van planken, dik 0^{m},04, en sluitribben van 0^{m},15 bij 0^{m},18, in het midden ondersteund door een vierkanten dwarsbalk, zwaar 0^{m},26, rustende op 2 vast in den grond gedreven schraagbeenen van 0^{m},18 bij 0^{m},2, werd juist boven de schraagbeenen aan weerszijden van den weg een vaatje met 14^{k} schietkatoen, zonder opstopping, geplaatst, die gelijktijdig ontstoken werden. De 4 liggers waren in het midden doorgebroken en lagen in stukken in de gracht, de dwarsbalk was evenals het dek en de sluitribben tot spaanders vernield, de schragen waren gedeeltelijk uit elkaar geslagen. Het *Résumé* zegt daaromtrent:

1°. dergelijke houten bruggen (dus ook jukbruggen), kunnen door vrij geplaatste vaatjes schietkatoen, gelijktijdig ontstoken, vernield worden;

---

(1) *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften*, 1865. *Offic. Theil.*

2°. voor bruggen van hoogstens 4^{m} breedte, zijn 2 vaatjes van 14^{k} voldoende;

3°. voor grooter breedte zijn meer vaatjes noodig; men moet dan per 2 M^{l} één vaatje rekenen.

2°. *Het verbranden.*

In de meeste gevallen is het voldoende twee jukken tot verbranding in te richten. De vlammen verteren dan minstens drie vakken wat toch altijd een verbreking van de communicatie over meer dan 20^{m} zal veroorzaken. Welke jukken men tot verbranding zal inrichten hangt af van de waterdiepte, de richting van den wind, alsmede van de uitbreiding, die men aan den brand wil geven; bij zeer lange bruggen, van tactische onderstellingen.

Wat arbeidskracht en tijd aangaat, men kan rekenen, dat wanneer de materialen op de plaats aanwezig zijn, een afdeeling genie-troepen (¼ kompagnie, of ongeveer 35 man) in 3 à 5 uur de verbranding van twee jukken kan voorbereiden. Moeten de materialen nog aangevoerd worden, dan moet men hierbij natuurlijk nog dien tijd voegen, en zal gemiddeld op 7 à 9 uur gerekend moeten worden.

Wat de brandmaterialen aangaat, deze zijn reeds bij de houten bruggen op steenen pijlers vermeld. Men rekent per juk noodig te hebben twee wagens stroo en rijshout, verder pek, teer, zwavel en petroleum, zooveel als men verkrijgen kan.

Wat deze laatste stof aangaat, bij de vernieling van de spoorwegbrug over de March bij Hohenstadt nabij Olmütz, en van de brug in den straatweg bij Schlosshoff, nabij Presburg over dezelfde rivier, heeft zij uitstekende diensten bewezen. Daar deze bruggen, alsmede het gebruik van petroleum daarbij, reeds vroeger in *De Militaire Spectator* behandeld zijn (1), kunnen wij daarnaar verwijzen.

Wat de wijze van vernieling door verbranding aangaat, ook deze is natuurlijk geheel afhankelijk van den aard der brug.

Bij een jukbrug zal het b.v. doeltreffend kunnen zijn rondom de jukken een vlot te maken, een paar M. breed en aan weerszijden ongeveer een M. buiten het juk uitstekende, de onderste ribben evenwijdig aan het juk, de bovenste met de brug. Heeft men den tijd, dan belegt men dit vlot met planken en daarop eenige *c.* M. grond, liefst klei of leem. Op dit vlot stapelt men kruisgewijze hout, zoodanig, dat de wind er goed door heen kan spelen, aan den buitenkant dichter dan van binnen. In de tusschenruimten plaatst men verder, stroowisschen in pek en teer gedoopt, rijshout, enz. Behalve deze overal te vinden brandbare stoffen, kan men nog andere stoffen zelf vervaar-

(1) Zie *De Milit. Spectator* 1869, N°. 7 en *Mittheilungen über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegswissenschaften*, 1865. *Offic. Theil.* (*Versuche betreffend das Anzünden von hölzernen Brücken mittelst Petroleum's*).

digen. Zoo is b.v. werk, touw, vlas, enz. gedoopt in een dunne brei van meelpulver en brandewijn, enz. en daarna gedroogd, zeer geschikt, om op verscheiden plaatsen door den houtmijt gestrengeld, het vuur spoedig te verspreiden. Ook de sas van brandkogels zal, als men deze verkrijgen kan, zeer goede uitwerking hebben (1).

Om het vuur spoediger op de palen te doen inwerken, zal het voordeelig zijn op verscheiden plaatsen boorgaten er in te maken, of wel, zooals vroeger gezegd is, schuine boorgaten en die met kruit te vullen. De houtmijt wordt alsdan aan de windzijde op meerder plaatsen tegelijk aangestoken.

Het verbranden van het dek bij jukbruggen, of het verbranden van bruggen met span- of hangwerken geschiedt op dezelfde wijze, als voor dergelijke bruggen met steenen pijlers vermeld is.

Behalve genoemde bruggen bij Hohenstadt en Schlosshoff zijn in den oorlog van 1866 de volgende houten bruggen door de Oostenrijkers verbrand.

Brug in den straatweg over de Elbe tusschen Königgrätz en Pardubitz (2). Deze werd den 4den Juli verbrand, daags na den slag van Königgrätz, om den aftocht der Oostenrijksche troepen te dekken. De brug was ongeveer 200^{m} lang, 5^{m} breed en van sterke constructie; de houten jukken waren 10^{m} van elkaar. Onder het bruggendek werd op twee jukken hout, rijshout en stroo gebracht, daartusschen werk, zwavel en pek, te zamen 56^{k} zwavel en 84^{k} pek. Voor de ontsteking werden aan dit brandmateriaal lange hennepstrengen bevestigd, die in gesmolten zwavel en pek gedoopt waren. Daar voortdurend terugtrekkende troepen de brug passeerden, kon het puindek niet worden weggenomen. Toen bij het voortrukken van den vijand de brug aangestoken werd, stond ze weldra geheel in vlammen, echter brandden alleen de beide daartoe ingerichte brugvakken en jukken af.

---

(1) Men kan verder nog pekworsten en pekfascines vervaardigen, en hiermede de jukken omwinden. Men neemt hiertoe touw van ongeveer één vinger dikte, omwikkelt dit laagsgewijze met werk en geschaafde spaanders van zacht hout, en windt hierom eveneens laagsgewijze bindtouw. Elke laag van de omwikkeling wordt in een mengsel van 2 deelen teer, 2 deelen pek en 1 deel fijn buskruit gedoopt. Heeft de worst een dikte van ongeveer een *d* M., dan wordt gegloeid ijzerdraad, op groote afstanden uit elkaar, er om heen gebracht. Deze aldus bereide pekkransen hebben 1 minuut tot hunne geheele ontsteking noodig, terwijl zij ongeveer $25\frac{1}{2}$ minuut branden. Pekfascines worden van dun rijshout en schaafspanen op dezelfde wijze vervaardigd. Bij het gebruik bevestigt men ze met ijzerdraad om de jukpalen. (*Praktische Anleitung zum Kriegsbrückenbau für Officiere aller Waffen von* August Rost, *Lt. im K. Pr. Ingenieur-Corps.* S. 246.)

(2) *Mitth. über Gegenstände der Ingenieur- und Kriegsw.* 1868. *Offic. Theil.*

Van de overige in den oorlog van 1866 verbrande houten bruggen zullen wij slechts in Tabel XVIII een kort overzicht geven.

Tabel XVIII.

Plaats.	Beschrijving.	Voorbereiding tot verbranding.	Materiaal.	Arbeiders.	Tijd.	Resultaat.
Brug over de Etsch bij Castel Gaglielmo (nabij Rodrigo).	Jukbrug met 6 openingen van 8m spanning en 6m breedte.	Gaten in het puindek gemaakt. Juk en liggers met teer bestreken, rijshout en stroo onder de liggers opgehoopt.	In overvloed, hoeveelheid echter onbekend.	35 Man genietroepen.	9 Uur.	De brug brandde geheel af.
Brug over de Etsch, bij Botti Barberighe.	Jukbrug met 5 vakken.	Idem.	Idem.	Idem.	7 Uur.	Idem.
Ponte di Brenta	Jukbrug van 6 vakken van 14m spanning en 9m breedte.	Idem.	Idem.	Idem.	10 Uur.	Idem.
Brug over de Piave bij Conegliano.	Jukbrug van 39 vakken van 10m spanning en 6m breedte.	2 Jukken en 3 vakken aan beide oevers tot verbranding ingericht. Het puindek weggenomen, de balklaag om de 2m uitgenomen. De jukken met in pek gedoopte strootouwen omwonden. De tusschenruimten der jukpalen met rijshout aangevuld.	336k pek, 4 karren met stroo en rijshout.	Idem.	9 Uur.	Idem.
Brug over de Tagliamento bij Cassara.	Jukbrug van 94 vakken van 10m spanning.	8 Jukken en 9 vakken, evenals de vorige ingericht. Het puindek niet afgenomen, maar luchtgaten er in gemaakt.	Pek, stroo, teer en droog hout; hoeveelheid onbekend.	Idem.	9 Uur.	42 Vakken brandden af.
Brug bij Versa over de Judrio.	Jukbrug van 5 vakken van 8m spanning en 6m breedte.	3 Jukken tot verbranding ingericht. Het puindek en de leuning weggenomen. Gaten in de balklaag gemaakt. Rijshout en stroo tusschen de palen geplaatst.	Stroo en rijshout, hoeveelheid onbekend.	Idem.	3 Uur, materiaal voorhanden.	De geheele brug brandde af.

Plaats.	Beschrijving.	Voorbereiding tot verbranding.	Materiaal.	Arbeiders.	Tijd.	Resultaat.
Brug bij Versa over de Torre.	12 Vakken van 10^m spanning en 6^m breedte.	2 Jukken voorbereid, als bij de voorgaande brug	3 Wagens met stroo en rijshout.	35 Man genietroepen.	Onbekend.	De brug brandde geheel af.
Ponte per aria bij Ponteba over de Fella.	Jukbrug van 7 vakken, van 16^m spanning, 7^m breedte en van sterke houtconstructie.	3 Jukken tot verbranding ingericht. Het puindek afgenomen. Hier en daar gaten in de balklaag gemaakt. Tusschen de palen pek, olie, stroo en fascines gelegd.	Pek, stroo, fascines, olie, hoeveelheid onbekend.	Idem.	3 Uur. Het materiaal was voorhanden.	Idem.
Brug bij Primolano over de Cismon.	Jukbrug van 11 vakken, van 8^m spanning en $4^m,5$ breedte.	Alle 10 jukken tot verbranding ingericht Het puindek werd weggenomen Hier en daar werden gaten in de balklaag gemaakt. Op de schoren stroo, dor rijshout en houten spanen gelegd.	Stroo, dor rijshout, houten spanen.	Idem.	24 Uur.	Idem

In den Amerikaanschen oorlog ging men, om bruggen te verbranden, soms op de volgende wijze te werk.

Om de $1^m,5$ à 2^m boorde men met de boor van $0^m,04$ à $0^m,05$, niet geheel doorgaande gaten in de balken van de brug, vulde deze met terpentijn, liet de boorspaanders rondom leggen, hoopte nog droog hout en andere licht brandbare stoffen op de brug bij elkaar, en stak de terpentijn aan. In de zwaardere stukken hout maakte men boorgaten en vulde die met buskruit (1).

3°. *Het vernielen van de houtconstructie met behulp van zaag of bijl.*

Deze wijze van vernielen zal gebezigd moeten worden bij gemis aan spring- of brandmaterialen. Ook kan men er van gebruik maken, wanneer men voldoenden tijd heeft en de brug niet voor eigen gebruik bewaard behoeft te blijven.

Van den aard der brug hangt natuurlijk geheel af, wat doorgezaagd of doorgehakt zal moeten worden.

Bij jukbruggen zal men de jukpalen doorzagen, zoo laag mogelijk, liefst onder den waterspiegel om den vijand het herstellen zoo moeilijk mogelijk te maken. De overblijvende stukken, steeds op ongelijke hoogten afgezaagd, trachtte men nog tot onder water te doen splijten met de bijl of wiggen,

(1) Buschbeck's *Feld-Taschenbuch*. S. 517.

of indien een weinig buskruit voorhanden is, maakt men er boorgaten van 0m,05 wijdte in, en laat aldus de palen springen. Men kiest zoo mogelijk die jukken, waar de waterspiegel het diepst is; de vijand zal dan vlotten of booten moeten aanvoeren, om herstellingen te verrichten. Steeds blijft deze wijze van vernielen voor de eigen arbeiders een moeilijk en, wegens het wellicht ontijdig instorten, gevaarlijk werk, terwijl het bovendien tijdroovend is.

Bij span- en hangwerken is de vernieling op deze wijze gemakkelijker, gelijk reeds, benevens de opruiming van het dek, bij de houten bruggen op steenen pijlers behandeld is geworden.

Het is duidelijk, dat deze wijze van vernielen met die door springen of verbranden gepaard kan gaan. Voor de verzekering van een goeden uitslag bij het doen springen is zij zelfs een vereischte, zooals insgelijks bij het behandelen der voorbeelden, gebleken is.

4°. Het vernielen van bruggen door ze vooraf daartoe ingericht te hebben.

Dit zal natuurlijk alleen op kleine houten bruggen kunnen toegepast worden. Bij ons zou het b.v. zich kunnen voordoen bij de houten bruggen over de riviertjes en beekjes op den rechter IJsel-oever. Bij een snel voorwaarts dringen van den vijand, zou de tijd tot verbranding kunnen ontbreken, terwijl het maken van toebereidselen voor het springen de bewegingen of den terugtocht van eigen troepen te veel zou kunnen belemmeren (1).

In den Amerikaanschen oorlog menigmaal, en eens in den oorlog van 1866 (door een toeval toen slechts mislukt) heeft men getracht spoorwegbruggen zóó tot vernieling in te richten, dat zulks niet uitwendig te zien was, ten einde zoodoende treinen, op het oogenblik, dat zij er over heen spoorden, te doen neerstorten.

Vernieling van houten bruggen met dynamiet (2).

1. *Het vernielen van afzonderlijke jukpalen en jukken.*

De vernieling van afzonderlijke jukpalen kan op drieërlei wijzen geschieden.

a. Door gaten in de palen te maken, en daarin de te ontsteken ladingen te plaatsen.

b. Door genoemde ladingen tegen de palen te bevestigen.

c. Door de te ontsteken ladingen op eenigen afstand van de palen te plaatsen.

---

(1) Omtrent de wijze, hoe een brug vooraf tot vernieling in te richten, natuurlijk verschillend voor elke brug, zie men *De Pionnierkunst. blz.* 139.

(2) *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens* 1871. *Heft* 10 *und* 11; *Sprengund Zündversuche mit Dynamiet von* Johann Lauer, *Hauptmann im Genie-Stabe. Wien* 1872.

a. In palen dik $0^m,31$ tot $0^m,36$, 1^m diep in den grond staande, werden gaten gemaakt lang $0^m,26$ en wijd $0^m,04$ en hierin ladingen van $0^k,2$ geplaatst in blikken bussen lang $0^m,15$ en in diameter groot $0^m,036$. Bij de springing, die steeds zonder opstopping geschiedde, werden de palen telkens ter hoogte van het boorgat geheel afgebroken; de overgebleven stomp was over $0^m,45$ à $0^m,6$ hoogte zóó gescheurd, dat men, om een oppervlak, geschikt tot het dragen van een dwarsbalk te krijgen, de palen minstens $0^m,6$ beneden het boorgat zou hebben moeten afzagen.

b. De palen hadden de afmetingen als boven. Men gebruikte telkens per paal $1^k,4$ dynamiet, welke lading in lijnwaad-omhulsels (met caoutchouc bedekt) in middellijn groot $0^m,078$ en lang $0^m,21$, met touw zoodanig aan de palen was vastgemaakt, dat de lange as evenwijdig met die van de palen was, en ongeveer voor $\frac{2}{3}$ in het water.

De palen werden telkens ter hoogte van het benedeneind der lading afgebroken en tot $0^m,15$ à $0^m,3$ beneden de breuk sterk gescheurd. Om een oppervlak te krijgen, in staat tot het dragen van een sloof, zou men de palen minstens $0^m,3$ beneden het ondereind der lading hebben moeten afzagen.

c. Men nam hiertoe 2 palen $0^m,31$ dik, $6^m,2$ lang, midden op midden $0^m,93$ uit elkaar verwijderd en $1^m,2$ ingegraven. Men plaatste de lading van $4^k,5$ in een blikken bus, in middellijn groot $0^m,078$ en $0^m,78$ lang, zoodanig midden tusschen de twee palen, dat $\frac{1}{5}$ harer lengte in het water kwam.

Na het springen waren beide palen ongeveer ter hoogte van den waterspiegel volkomen gebroken en $0^m,75$ à $0^m,9$ naar boven en beneden gescheurd; bovendien waren de palen uit elkaar gebogen. Ten gevolge van dezen schuinen stand en de groote scheuren waren zij volkomen onbruikbaar geworden tot het plaatsen van een dwarsbalk.

Deze verschillende wijzen werden nu op de palen van een juk (Fig. 1) toegepast. Dit juk bestond uit 7 verticale en 4 schuine jukpalen, in middellijn $0^m,31$, boven den waterspiegel nog door twee paar gordingen, een sloof en schoren verbonden.

In de palen 1, 2, 3 en 4 waren gaten gemaakt en daarin ladingen geplaatst als onder *a.* is vermeld. De boorgaten waren zoo dicht mogelijk bij den waterspiegel. Tegen de palen 5, 6, 7, 10 en 11 waren ladingen bevestigd op dezelfde wijze als onder *b.* is beschreven en even groot.

Eindelijk was tusschen de palen 8 en 9 een lading geplaatst, als onder *c.* is opgegeven.

De uitwerking is in Fig. 2 te zien. Dat de 4 linksche jukpalen aanvankelijk staan bleven, was een gevolg van het weigeren van de dynamietladingen.

De palen 7, 10 en 11 waren bij den waterspiegel volkomen afgebroken en over een lengte van $0^m,45$ à $0^m,6$ gescheurd. De palen 5 en 6 waren ten gevolge van het, bij een aanhoudenden regen, door en door nat worden van

de patronen, niet geheel afgebroken; echter waren zij, evenals de palen 8 en 9, zoo sterk geschokt, dat zij geen voldoende draagkracht meer bezaten.

2. *Het vernielen van groepen jukpalen en samengestelde jukken.*

Een hoofdzaak hierbij is het vermijden van veel afzonderlijke ladingen, waardoor de gelijktijdige ontsteking minder zeker en te zamengesteld wordt. Ten einde zoo weinig mogelijk afzonderlijke ladingen te verkrijgen, nam men de volgende proeven op groepen jukpalen.

a. Tusschen een groep van 6 jukpalen (Fig. 3^{abc}), $0^{m},36$ dik, $2^{m},5$ lang en $0^{m},78$ in den grond staande, werden in blikken bussen, in middellijn groot $0^{m},18$ en lang $0^{m},31$, 2 ladingen geplaatst, elk van $11^{k},2$, op de wijze als in de Figuur is aangeduid.

Iets beneden het ondereind der lading waren na de ontsteking de 4 palen, waartusschen de ladingen geplaatst waren geweest, volkomen afgebroken en over een lengte van $0^{m},3$ beneden de breuk gescheurd. De beide andere palen waren slechts in een schuinen stand gebracht. Een juk, waarvan de dragers op dergelijke wijze vernield waren, zou volkomen onbruikbaar zijn geworden.

b. Tusschen een groep van 5 palen (Fig. 4^{ab}), in middellijn zwaar $0^{m},31$, vast in den bodem staande en boven den waterspiegel nog met gordingen aan elkaar verbonden, werd op de wijze, zooals in Fig. 4 is aangeduid, een lading van $11^{k},2$ geplaatst, in een blikken bus *abcd*, in middellijn groot $0^{m},18$ en lang $0^{m},31$ en wel zoodanig, dat $\frac{2}{3}$ der lengte in het water was. Alle palen werden $0^{m},45$ tot $0^{m},6$ onder den waterspiegel doorgeslagen; enkele stukken werden tot op 100 pas weggeslingerd.

c. Bij de derde proef bestond de groep uit 8 vast ingeheide palen (Fig. 5^{ab}) $0^{m},31$ in middellijn, ter hoogte van, en $1^{m},8$ boven den waterspiegel, verbonden door gordingen, zwaar $0^{m},24$ bij $0^{m},24$. 2 Bussen *abcd* van afmetingen als boven, elk insgelijks $11^{k},2$ bevattende, werden over $\frac{2}{3}$ der hoogte in het water geplaatst, op de wijze, zooals in de Figuur is voorgesteld.

Alle 8 palen werden juist beneden den waterspiegel afgebroken en zoo gescheurd, dat men tot herstellingen minstens $0^{m},75$ tot $0^{m},9$ zou hebben moeten afzagen.

Tot vernieling van een samengesteld juk werden twee dergelijke groepen jukpalen genomen, als in Fig. 4 zijn voorgesteld, onderling nog door dwarsgordingen horizontaal en diagonaalsgewijze verbonden. Om de eene groep bracht men uitwendig en horizontaal in een caoutchouc-omhulsel, in middellijn groot $0^{m},05$, vlak boven den waterspiegel, een lading aan van $4^{k},5$. Om de andere groep op dezelfde wijze een lading van 9^{k} in een omhulsel, in middellijn groot $0^{m},078$.

Bij de eerste groep was de uitwerking niet volkomen voldoende, daar 2 palen niet afgebroken waren. Ondertusschen bezaten zij toch, ter hoogte van de lading half doorgebroken zijnde, geen voldoende draagkracht meer. De palen

der tweede groep waren allen ter hoogte van den waterspiegel volkomen vernield en over $0^m,3$ lengte sterk gescheurd.

3°. *Het vernielen van brugliggers.*

Hierbij moest beproefd worden, welke afmetingen lange cilindervormige buizen moesten verkrijgen, om liggers van bepaalde afmetingen over een bepaalde lengte door te slaan. Vervolgens moest beproefd worden, of ook door niet al te groote in meer geconcentreerden vorm gebruikte ladingen een zelfde resultaat zou kunnen worden verkregen.

a. Tegen balken, zwaar $0^m,26$ bij $0^m,31$ (Fig. $6^{a,b,c,d,e}$), op elkaar geplaatst en verbonden, zooals de Figuur aanduidt, werd verticaal bij A geplaatst $2^k,8$ dynamiet in een blikken buis in middellijn groot $0^k,052$ en lang $1^m,24$. De twee middelste balken werden geheel doorgeslagen, de beide uiterste slechts licht beschadigd. De lading was te zwak

b. Men nam daarop $5^k,6$ in een blikken bus, in middellijn groot $0^m,078$ en lang $1^m,24$. Deze werd bij B tegen de liggers bevestigd. Alle 4 werden nu doorgeslagen, en bijna over de geheele lengte gespleten.

c. Een lading van $11^k,2$ in een blikken bus, groot in middellijn $0^m,18$ en lang $0^m,31$, werd vrij in het midden tegen liggers gehangen (Fig. $7^{a,b,c,d}$) van dezelfde afmetingen en op dezelfde wijs bevestigd als in Fig. 6.

De twee middelste balken werden volkomen doorgeslagen, zoodat een opening van $0^m,45$ tot $0^m,6$ breedte ontstond. De bovenste en onderste balken, hoewel aan de, naar de lading toegekeerde zijde sterk gescheurd, bezaten echter nog weerstandsvermogen genoeg, om het gewicht van enkele manschappen te dragen.

De lading, hoewel het dubbele van de onder *b.* beschrevene, bleek hier, ten gevolge van den geconcentreerden vorm, te zwak te zijn.

Gevolgen.

1°. Afzonderlijke jukpalen, van $0^m,31$ tot $0^m,36$ middellijn, kunnen door ladingen groot $0^k,2$, geplaatst in boorgaten lang $0^m,26$ en wijd $0^m,04$, volkomen ter hoogte van het boorgat afgebroken en tot $0^m,45$ à $0^m,6$ daar beneden gescheurd worden.

2°. Bij het bezigen van ladingen, vrij tegen dergelijke palen opgehangen, is $1^k,4$ dynamiet in een licht omhulsel voldoende.

3°. Bij twee dergelijke, $0^m,93$ van elkaar staande jukpalen, is een lading van $4^k,5$ à $5^k,6$, vrij tusschen de palen in het water opgehangen, voldoende om hun de gevorderde draagkracht te doen verliezen.

4°. De vernieling van zeer sterke groepen jukpalen, is door middel van geconcentreerde ladingen zeer eenvoudig. Een paar bussen, elk met 11^k dynamiet gevuld, zullen in den regel voldoende zijn.

5°. Houten draagwanden, bestaande uit liggers zwaar $0^m,26$ tot $0^m,31$ in

het vierkant, worden langs een gegeven lijn doorgeslagen door dynamietladingen in cilindervormige buizen, in middellijn groot $0^m,078$ en lang gelijk aan de lengte van het door te slaan gedeelte. Hierbij komt 6^k per M^1.

6°. Geconcentreerde ladingen zijn hierbij niet te verkiezen, de uitwerking bij de sterke springmiddelen zeer plaatselijk zijnde, zooals reeds vroeger is opgemerkt.

Op de uitkomsten dezer proeven zijn voornamelijk de afmetingen der cilindervormige bussen gegrond, door de Oostenrijksche genie-troepen voor velduitrusting aangenomen, en door ons vroeger (1) reeds besproken.

Men kan dus, om door middel van dynamiet een houten jukbrug te vernielen, de drie bovengenoemde wijzen volgen.

Het maken van boorgaten zal verkieslijk zijn, wanneer men weinig dynamiet, maar meer tijd beschikbaar heeft. Men moet daarbij de boorgaten zoo dicht mogelijk bij den waterspiegel maken. Deze wijze heeft het nadeel veel verschillende ontstekingspunten te eischen en hierdoor, gelijk bij Fig. 1 gebleken is, de vernieling samengestelder en onzekerder te maken.

De tweede wijze verdient daarom de voorkeur bij voldoenden voorraad dynamiet, indien de bussen slechts niet te lang aan den invloed van sterke hitte of hevigen regen blootgesteld behoeven te blijven.

In dit geval is de derde wijze te verkiezen, mits de palen echter niet verder dan 1^m uit elkaar verwijderd staan. Om een voldoende scheuring in de palen te verkrijgen, zorgt men dat de ondereinden der bussen minstens $0^m,3$ onder water zijn.

Bij dubbele jukken, waarvan de beide rijen palen niet verder dan op genoemden afstand uit elkaar staan, kan men deze laatste wijze volgen en in het midden van den afstand der rijen, bussen van 4^k plaatsen.

Is de afstand grooter, dan moet men de palen van elke rij afzonderlijk vernielen, op de wijzen als boven voor enkele jukken is beschreven.

Rusten de bruggen op steenen pijlers en zijn deze te zwaar om spoedig vernield te worden, of zou hiertoe de vereischte lading te groot worden, dan zal men de brugvakken moeten doorslaan. Het aantal regelt zich naar de grootte der spanningen en de vereischt wordende verbreking der communicatie.

Brugvakken waarvan de spanning minder dan 12^m à 16^m is, worden langs één, bij meerder wijdte langs twee profielen doorgeslagen. Hiertoe moeten in de dwarsdoorsnede alle liggers, benevens de balken waarop de houtconstructie rust of waaraan zij hangt, vernield worden. Dit kan wederom geschieden door de ladingen en boorgaten te plaatsen, door vrije lange ladingen te gebruiken of wel ladingen in geconcentreerden vorm, of wel door combinatiën van deze. Hieromtrent geldt, wat vroeger vermeld is.

---

(1) Zie *De Milit. Spect.* 1871, *blz.* 554.

Betreffende de vernieling van vakken der verschillende bruggen-stelsels, valt het volgende op te merken.

Bij bruggen alleen uit liggers bestaande (Fig. 11), kan men, voor zoover noodig, na wegneming van het dek, in elken ligger een boorgat maken, hierin patronen van $0^k,2$ brengen, of wel dwars over het dek aaneensluitende bussen plaatsen, in middellijn groot $0^m,078$. welke ongeveer 6^k per M^1 bevatten. Heeft de brug een puindek, zoo maakt men er eerst een geul in, legt daarin de bussen, en overdekt die met het uitgekomen puin.

Zijn de liggers versterkt (Fig. 12 en 13), doch niet zwaarder dan $0^m,5$ à $0^m,6$, dan kan men deze wijze blijven volgen; bij zwaarder liggers, zooals bij spoorwegbruggen zouden kunnen voorkomen, moet elke ligger afzonderlijk door een zijwaarts aangebrachte lading vernield worden.

Bij bruggen met eenvoudige hangwerken (Fig. 14) vormen deze de voornaame kracht der constructie, en moeten de verticale hangers te gelijk met de liggers in één dwarsdoorsnede vernield worden.

Bij bruggen met eenvoudige spanwerken (Fig 16), plaatst men bij de samenkomst van schoor en gording tusschen elken ligger en schoor een patroon van 2^k, of wel om het aantal ontstekingspunten te verminderen, de lading dwars over het dek boven de samenkomst van de gordingen en schoren.

Samengestelde spanwerken (Fig. 17) moeten bij twee profielen doorgeslagen worden. Dit moet eveneens geschieden bij de bruggen bestaande uit hang- en spanwerken (Fig. 18).

Bij boogbruggen moeten de bogen natuurlijk in de eerste plaats vernield worden (Fig. 19).

Bij de Amerikaansche bruggen (Fig. 20) (systeem Howe) slaat men de traliewanden door, waartoe men de boven- en onderbalken neemt, die evenwijdig aan de as der brug loopen. Het springen van het dek kan achterwege blijven, daar of in het geheel geen liggers voorhanden, of deze toch niet doorgaande zijn. Wegens de groote sterkte zal men de brug volgens twee profielen door moeten slaan.

In de volgende Tabel XIX wordt voor verschillende jukken en bruggenstelsels, de wijze van vernielen en de grootte der ladingen aangegeven, waarbij deze genomen zijn overeenkomstig de grootte der bij de Oostenrijksche genietroepen in gebruik zijnde patronen, die eenmaal, naar wij hopen, ook bij onze genie-troepen zullen worden ingevoerd.

Tabel X

Benaming.		Constructie	Grootte der opening	Breedte bruggendek.	Wijze van vernieling.
Jukken.	Enkel juk (laag). Fig. 8 (1).	Eenvoudige rij palen met gordingen en schoren. De palen 0m,31 middellijn, en 0m,78 midden op midden, uit elkaar.		8m	Met ladingen in boorgaten. Met vrij er tegen aangeplaatste ladingen Met in water ingezonken ladingen.
	Enkel juk (hoog). Fig. 9.	Eenvoudige rij palen Deze staan 0m,93 midden op midden, uit elkaar.		8m	Met ladingen in boorgaten. Met vrij er tegen aangeplaatste ladingen. Met in water ingezonken ladingen.
	Dubbel juk Fig. 10.	Twee rijen palen 0m,62 van elkaar verwijderd, met gordingen en schoren onderling verbonden.		8m	Met ladingen in boorgaten. Met vrij er tegen aangeplaatste ladingen. Met in water ingezonken ladingen.
Bruggen, rustende op gemetselde pijlers of landhoofden, bestaande uit:	Enkele liggers. Fig. 11.	10 Liggers 0m,82 midden op midden van elkaar verwijderd.	6m	8m	Na wegneming van het bruggendek, wordt elke ligger vernield. De springbussen worden aan elkaar sluitend, dwars over het bruggendek gelegd en bedekt.
	Versterkte liggers. Fig 12.	Twee 1m,2 hooge wanden, twee dwarsbalken (gordingen) dragende, waarop 7 liggers rusten.	13m	5m	Elke wand en de afzonderlijke liggers worden vernield. De 1m,2 hooge wanden benevens het dek worden vernield.
	Idem. Fig. 13.	Tegen de beide uiterste versterkte liggers zijn drie dwarsbalken aangebracht, die de 8 liggers dragen.	13m	8m	De beide versterkte en elke afzonderlijke ligger vernield. Zoowel de beide uiterste liggers als het bruggendek vernield.
	Eenvoudig hangwerk. Fig. 14.	Aan twee eenvoudige hangschoren hangt een dwarsbalk, waarop 8 doorloopende liggers rusten.	6m	8m	De ladingen worden tegen elken hangschoor en elken ligger aangebracht. De lading langs den verticalen hanger en dwars over het dek.
	Dubbel hangwerk. Fig. 15.	Twee hangers dragende twee dwarsbalken waarop 8 doorloopende liggers rusten. Langs één profiel doorgeslagen.	13m	8m	De ladingen worden tegen elken hangschoor en elken ligger aangebracht. De ladingen langs de verticale hangers en over het dek.
	Eenvoudig spanwerk Fig. 16.	Het bruggendek rust onmiddellijk op 6 eenvoudige spanwerken.	13m	8m	De patroon komt tusschen de liggers en schoren. De lading komt op het dek, boven de samenkomst van gordingen en schoren.
	Samengesteld spanwerk. Fig 17.	Zes samengestelde spanwerken dragen onmiddellijk het bruggendek.	18m	8m	De liggers zijn uit meerdere stukken samengesteld, zoodat het voldoende is de beide hang- of spanwerken volgens twee profielen door te slaan.
	Hang- en spanwerk. Fig. 18.	De beide hang- en spanwerken zijn door dwarsbalken onderling verbonden, waarop de liggers der brug rusten.	28m	8m	Idem.
	Boogbrug span- en hangwerk) Fig. 19.	Aan de beide bogen zijn dwarsbalken bevestigd, die de brugliggers dragen.	28m	8m	Idem.
	Traliebrug (systeem Howe). Fig. 20.	De onderste en bovenste strekkse balken van de 6m hooge traliewanden zijn elk uit 3 deelen samengesteld. De onderste balken dragen de dwarsbalken, waarop de liggers rusten.	50m	5m	Het is voldoende de bovenste en onderste strekkse balken volgens twee profielen door te slaan.

XIX.

Bussen van 4k.	Patronen van 2k.	Patronen van 0k,2 (steenspringingen).	Gewicht in K.	Aantal ontstekingspunten.	Aanmerkingen.
		9	1,8	9	
	9		18	9	
8			32	8	Niet te bezigen als de palen meer dan 1m uit elkaar staan.
		8	1,6	8	
	8		16	8	
7			32	7	De springbussen moeten zoowel aan het eigenlijk juk als aan het benedenste juk aangebracht worden.
		17	3,4	17	
	17		34	17	
5			20	5	De springbussen worden in het midden tusschen 4 palen in het water gelaten.
	10	10	2 20	10 10	De eerste opgaven zien op ladingen in boorgaten, de onderste opgaven op *vrij* geplaatste ladingen.
12			48	1	
4 4	7	7	17,4 30	9	Dezelfde opmerkingen betreffende de opgaven van de lading als bij het 4de voorbeeld.
12			48	1	
2 2	8	8	9,6 24	10 10	Idem.
14	1		58	1	
4 4	8	8	17,6 32	10 10	Idem.
16			64	1	
6 6	8	8	25,6 40	10 10	Idem.
18			72	1	(1) De Fig. 8—20 zijn geteekend volgens de schaal van 1:400. De plaats van de ladingen, bij sommige vernielingen, is er in aangegeven door zwarte stippen of streepen.
	6		12	6	
12			48	1	
12			48	12	
16			64	8	
16			64	8	
8			32	8	

W. Cool.

(*Wordt vervolgd.*)