

OVER DE ONTPLOFFENDE ZELFSTANDIGHEDEN

VAN DEN

TEGENWOORDIGEN TIJD;

DOOR

G. C. W. BOHNENSIEG.

Als het ware om de bij uitnemendheid geroemde en zoo uiterst praktische negentiende eeuw een slag in het aangezicht te geven en van haar stralenkrans te berooven, hoort men in deze dagen van niets dan van *chassepots* en *zûndnadels*, van *mitrailleuses* en monsterkanonnen, van veldslagen en zeegevechten, van overwinningen en neerlagen. Tot onze schande zien wij de vruchtbare en geniale uitvindingen op natuur- en scheikundig gebied door menschen bezigen om menschen te vernielen en te vermoorden, en onwillekeurig rijst een vloek over die zoogenaamde verbeterde en krachtiger werkende vuurwapenen in ons gemoed op.

Moesten daartoe al die heerlijke ontdekkingen van den laatsten tijd misbruikt worden? Is dat het doel en de edele toepassing van die door-dachte en met zoo veel opoffering verkregen resultaten? Neen, duizendmaal neen! Van die uitvindingen en verbeteringen althans, welke op de beweegoorzaak der vernielingswerktuigen, op het buskruid betrekking hebben, kan men zeggen dat zij mede dienen om der menschheid den arbeid te verlichten, om den mensch te steunen en te versterken in den strijd met de elementen en dus om de vruchten van den arbeid, om welvaart en geluk in de schaduw des vredes onder de menschheid te verspreiden. En worden andere daarentegen enkel en uitsluitend tot verdelging en vernietiging gebezigd, laat ons, Nederlanders, vooral niet vergeten, dat zij voor de verdediging van wat ons 't heiligst en het dierbaarst is van evenveel belang zijn als voor den meest gewetenloozen aanval. Er zou hierover nog veel meer kunnen gezegd worden; maar als voorbereiding tot het lezen van dit opstel is, naar ik vertrouw,

het bovenstaande reeds voldoende. De kennis van de ontploffende zelfstandigheden werd voor korten tijd door prof. SCHWARZ van Jena breedvoerig behandeld, het voornaamste en voor ons meest belangrijke dienaangaande is door mij bijeen verzameld en wordt in dit opstel den lezers van het Album der Natuur aangeboden.

Eene plotselinge krachtsontwikkeling wordt op de eenvoudigste wijze door de zoogenaamde ontploffende stoffen verkregen. Dit zijn mengsels of verbindingen, waarvan de hoofdbestanddeelen op zulke losse wijze onderling verbonden zijn, dat zij zich, als de aanleiding hiertoe door eene matige temperatuursverhooging of eene vonk of een slag gegeven wordt, onder ontwikkeling van sterke hitte en eene groote hoeveelheid gas op eene andere meer eenvoudige wijze groeperen.

De zuurstof, die in vasten of vloeibaren vorm in aanzienlijke hoeveelheid in die lichamen voorhanden is, verbrandt de nooit ontbrekende koolstof tot koolzuur of kooloxyde, de waterstof tot waterdamp; de met de zuurstof (tot salpeterzuur) verbundene stikstof wordt evencens in den gasvorm vrij en zelfs de anders vaste stof, die na de verbranding overblijft, kan door de teweeg gebragte buitengewoon hooge temperatuur vervlugtigen. Op de drukking, die de gassen uitoefenen, d. i. het arbeidsvermogen, dat zij bezitten, oefent niet alleen de hoeveelheid van het uit een bepaald volumen ontploffende stof ontwikkelde gas invloed uit, maar vooral doet dit de door de verbranding ontstane warmte, de aan de gassen medegedeelde temperatuur en hunne daardoor teweeg gebragte uitzetting. Het bekende buskruid, een mengsel van kalisalpeter, zwavel en houtskool, verbrandt tot zwavelzure en koolzure kali eenerzijds en tot koolzuur en stikstof aan de andere zijde; een gram buskruid, omtrent 1 kub. centimeter ruimte innemende, levert na de verbranding 193 kub. centimeter gas (koud). In afgesloten ruimte verkrijgen deze gassen en het overschot echter bij of dadelijk na de ontbranding eene temperatuur van 3340° C., waardoor eene spanning van 4373,6 atmosferen ontstaat. Kan het buskruid vrij verbranden en dus de gassen zich vrij uitzetten, dan wordt er toch nog eene temperatuur van 2993° C. geboren. Met een 1/2 kilo buskruid verkrijgen wij een theoretisch arbeidsvermogen van 67410 kilogrammeter, d. w. z. wij kunnen daarmede 67410 kilogrammen een meter hoog opheffen. Dit buitengewone arbeidsvermogen kan de mensch zich *met* en *door* een druk met den vinger elk oogenblik verschaffen. De veldslagen worden daardoor gewonnen, het wild er mede gedood, de rots er door verbrijzeld. Alle tot nu toe gedane proeven om ze op eene gere-

gelde en naar believen te matigen wijze aan den mensch nuttig te doen zijn, b. v. om den zuiger van een werktuig in beweging te brengen, hebben aan de algeheele onttembaarheid er van schipbreuk geleden. Een vernuftige Amerikaan heeft die kracht tot het heijen gebezigd, hij schiet daarmede als het ware de heipalen in den grond. En sedert lang reeds is zij den mensch op velerlei wijzen tot nut. Zij helpt den mijnwerker zich eenen weg banen tot de onderaardsche schatten voor het onderlinge handelsverkeer; zij helpt ons de rotsen verplaatsen en de reusachtige granietblokken, die wij tot onze grootsche werken noodig hebben, aan den schoot der aarde ontrukken.

Bij de ontploffende zelfstandigheden onderscheiden wij twee zeer verschillende werkingen: de *voorwaartsdrijvende* of *propulsive* en de *brekende* of *verbrijzelende* werking. De eerste, de uitwerking van het buskruid in de geweren en het geschut, wordt nog altijd het beste en op de meest aan de verwachting beantwoordende wijze door het algemeen bekende buskruid verkregen. Het meerdere voordeel is niet gelegen in de buitengewone krachtsontwikkeling, maar daarin, dat deze in hare snelheid op de naauwkeurigste wijze geregeld kan worden. Elke buskruidkorrel verbrandt van de oppervlakte naar het midden toe; hoe grooter dus deze in verhouding tot den inhoud van den korrel is, hoe kleiner, hoe hoekiger de buskruidkorrels zijn, in des te korteren tijd wordt de krachtsontwikkeling te zamen gedrongen, terwijl daarentegen een grove ronde korrel slechts langzamerhand de hoogste spanning van den kruiddamp mogelijk maakt en doet bereiken. Deze laatste werking tracht men vooral tot de doorboring van pantserplaten te verkrijgen. Om het hiertoe benoodigde zware projectiel zonder gevaar voor het stuk geschut in beweging te brengen, is het vooral noodig, dat de spanning van de gassen slechts langzaam hooger wordt, opdat de traagheid van het projectiel overwonnen is, voor en alear de geheele onmetelijke kracht van 50 ja 100 pond buskruid zich ontwikkeld heeft. Deze buitengewone ladingen zijn noodig om het projectiel aan het einde zijner baan de noodige kracht tot het doorboren te doen bezitten; de beste, dikste stukken geschut van gietstaal zouden den schok niet kunnen doorstaan, als men fijn-korrelig buskruid gebruikte.

In den kampstrijd tusschen gesmeed ijzer en gietstaal, tusschen Armstrong en Krupp, op het Berlijnsche proefveld bij Tegel, kon het Pruissische geschut eerst tot zijn volle kracht, dus tot de overwinning geraken, toen men het Engelsche prismatische buskruid gebruikte. Men is nu reeds

van buskruidkorrels zoo groot als geweerkogels teruggekomen, en gebruikt groote op afgestompte dobbelsteenen van een vierk. duim oppervlakte gelijkende korrels (het Amerikaansche mammoth-buskruid.)

Het Engelsche prismatische en het Pellet-buskruid wordt bereid, door dat men den goed dooreengekneeden buskruidkoek door de veelhoekige of cirkelvormige gaten van eene stalen plaat met een stempel perst, en de verkregen stukken naderhand nog zeer sterk met graphiet wrijft, om daardoor de brandbaarheid nog eenigszins te matigen. Van het op deze wijze bereid Pellet-buskruid gaan 156 korrels op een kilo. Baron SEGUIER heeft aangeraden de ladingen uit langzaam en zeer snel verbrandend buskruid zamen te stellen, het eerste moet dan het eerst ontbranden om de traagheid van het projectiel in zooverre te overwinnen, dat daarna het snel verbrandende buskruid zonder gevaar tot zijne volle krachtontwikkeling kan geraken. SEGUIER wil op deze wijze het gebruik van zeer kort geschut mogelijk maken, in welke het grove buskruid hoogst onvolkomen werkt en voor het grootste gedeelte eerst voor de monding verbrandt. — De vooruitgang in deze rigting en op dit gebied is, gelijk wij zien, niet zeer groot; op het andere, waar het als brekende, verbrijzelende kracht wordt aangewend, heeft ons de scheikunde talrijke mengsels en verbindingen aan de hand gegeven, waarvan de uitwerking de krachtontwikkeling van het buskruid soms verre overtreft. Tot gemakkelijker overzigt zullen wij de voornaamste dezer bereidingen in de volgende groepen verdeelen:

- 1^o. *Salpeter-buskruid*, waarin de salpeterzure zouten de benoodigde zuurstof leveren.
- 2^o. *Chloraat-buskruid*; waarin de chloorzure kali, alleen of met salpeterzure zouten verbonden, de benoodigde zuurstof levert.
- 3^o. *Pikraat-buskruid*, dat de zouten van het pikrinsalpeterzuur bevat, meestal met salpeterzure en chloorzure zouten gemengd.
- 4^o. *Schiet-katoen* en daarmede verwante stoffen.
- 5^o. *Nitro-glycerin* en de daarvan afgeleide bereidingen.

Ik sluit voorbedachtelijk hier de stoffen uit, zooals Nitromannit, Diazobenzol enz., welke alleen als slaghoed-sas gebruikt kunnen worden, in de praktijk evenwel nooit ingang zullen vinden.

Salpeter-buskruid.

Bij de bereiding van dit buskruid heeft de goedkoopere en in verhouding meer salpeterzuur bevattende salpeterzure natron het duurdere

salpeterzure kali gedeeltelijk ja bijna geheel verdrongen. Het natron-zout is evenwel veel moeilijker dan het kalizout door kristallisatie te zuiveren, en in zuiveren toestand zeer vochtaantrekend, waardoor natuurlijk het buskruid bederft. Men heeft dit gebrek willen verhelpen, door bij het buskruid eene zekere hoeveelheid gegloide zwavelzure natron te voegen, dat vrij wat water kan binden, zonder te vervloeijen, en dan de patronen van dit natron-buskruid met eene waterdichte huls van schietkatoen te overtrekken: dit is theoretisch zeer fraai, maar niet zeer practisch. Door de ontdekking van groote hoeveelheden kali-zouten in de mijnen van Staszfurt, kan men de kali-salpeter thans op voordeelige wijze uit den natron-salpeter bereiden, zoodat met de vervanging van het kalizout door het natron-zout niet meer die groote voordeelen behaald worden als vroeger. Een tijdlang werd in den handel een buskruid met den zonderlingen en wijschen naam „niet ontploffend spring-buskruid” gebragt, waarin de kali-salpeter voor een derde of een vierde door natron-salpeter was vervangen. Het had niets voor boven het oudere, dan dat de verbranding door het natron-zout in zooverre langzamer plaats had, dat zelfs groote hoeveelheden, vrij liggende, konden worden aangestoken, en niets dan eene groote vlam gaven. Vult men met dit buskruid de boorgaten in de rotsen, dan voldoet het zeer goed als spring-buskruid.

Een ander voorstel tot verbetering werd het eerst door Prof. WAGNER te Wurzburg gedaan, voornamelijk om in plaats van kali-salpeter baryt-salpeter te gebruiken. Deze is niet vochtaantrekend, moeilijk oplosbaar in water, zeer gemakkelijk door omkristalliseren te zuiveren, en op eene weinig omslagtige wijze uit natron-salpeter en verscheidene baryt-zouten te bereiden. Men verzekert, dat eene hoeveelheid baryt-salpeter, die evenveel salpeterzuur bevat als een deel kali-salpeter, omtrent een derde goedkooper is. In plaats van 75 % kali-salpeter, die het buskruid bevat, zoude men 97 deelen baryt-salpeter moeten gebruiken (dus omtrent 80 % van het geheele buskruidmengsel), men zoude dus hierdoor eene grootere hoeveelheid buskruidsljm en eene geringere hoeveelheid gassen verkrijgen. Brengt men hierbij nog de vrees in rekening, dat de baryt-buskruid-damp vergiftig werkt, omdat de meeste barytzouten vergiftig zijn, zoo verwondert het ons niet, dat frots den schoonklinkenden en wijschen titel van „*poudre saxifragine*” dit mengsel niet lang in gebruik is gebleven.

Kapitein WIJNANTS van het Belgische leger heeft het ook aanbevolen tot het gebruik bij het geschut, vooral met het oog op de langzame

verbranding aan dit buskruid eigen, maar men heeft er van afgezien, omdat ditzelfde doel door de grove korreling van het gewone buskruid bereikt wordt.

Met den dalenden prijs van den kali-salpeter vervalt ook van zelf de reden om hem door andere salpeterzure zouten te doen vervangen. In plaats daarvan wordt tegenwoordig meer eene verbetering gezocht in de mengingsverhoudingen van de beide andere bestanddeelen van het buskruid, de zwavel en de kool. Het buskruid van NEUMEIJER bevat b. v. $18\frac{3}{4}$ proc. kool, $6\frac{1}{4}$ proc. zwavel en 75 % salpeterzure kali. Dit buskruid zoude alleen bij het gebruik tot schieten, het doen springen van rotsen aan het doel beantwoorden en bij het vervoeren, het opbergen in de magazijnen geheel onschadelijk zijn. In een klein steenen gebouwtje, voor deze proef opzettelijk gebouwd, werden 17,5 kilo van dit mengsel ontstoken, zonder dat een steen van zijne plaats en uit zijn verband werd gerukt, terwijl daarentegen 1,5 kilo gewoon buskruid voldoende waren om het geheel te vernietigen. 200 grammen er van werden in een goed bewerkt boorgat gebracht en ontstoken, en daardoor een blok syeniet van 7700 kilo uit zijn verband gerukt, omtrent even zooveel als met gewoon buskruid verkregen wordt. Bij grootere mijnen rekent men 320 kilo rots op een kilo buskruid. Is de kogel voldoende vast op het NEUMEIJER'SCHE buskruid gestampt, dan zoude men ook daarmede een krachtig schot kunnen verkrijgen. Het is ligt te begrijpen, dat het vervullen van deze voorwaarde in de praktijk eene bepaalde onmogelijkheid is.

Dat in het algemeen zulk een zwermerachtig mengsel de werking van verbrijzelen kan uit oefenen, is alleen daardoor te verklaren, dat de verwekte hoogere drukking het tijdstip van de ontleding werkelijk bevordert en verhaast.

In plaats van houtskool bezigen andere uitvinders steenkoolpoeder en allerhanden organischen afval, zaagsel, uitgelooid cikenschors enz.

De grovere aggregatietoestand van deze zelfstandigheden maakt ook eene andere mechanische bewerking noodzakelijk. Men lost den salpeter in de kleinst mogelijke hoeveelheid water op en voegt de andere bestanddeelen daarbij, roert goed om en dampst de verkregen brij zoo veel mogelijk uit, dat eene zeer gevaarlijke bewerking is. De uitvinders roemen zeer de goedkoopheid van deze soort van mengsels, vergeten evenwel, dat de grootere boorgaten voor deze zwakke spring-buskruiden benoodigd de verkregen besparing geheel hersenschimmig maken. De door

het monopolie buiten alle verhouding hoog opgeschroefde prijzen van het gewone buskruid kunnen alleen eene reden zijn, dat deze veel mindere soorten in de nijverheid gebruikt worden. Zoo wordt het door de gebroeders FEHLEISEN uitgevonden *haloxylin* bij den aanleg van spoorwegen in Oostenrijk veel gebruikt. Dit bestaat uit eene vermening van 75 deelen salpeter, 3—5 deelen houtskool en 9 deelen zaagsel, waarbij men misschien met het oog op het patent nog een deel rood bloedloogzout voegt. Volgens andere opgaven zoude het uit 78 proc. salpeter en 22 proc. houtskool bestaan. Het bevat dus geen zwavel. In de vrije lucht verbrandt het als bengalisch vuur. Dus ook hier hebben wij met een dusgenaamd veiligheids-buskruid te doen.

Men heeft in den laatsten tijd ook vele proeven gedaan om het bewaren en vervoeren van het gewone buskruid minder gevaarlijk te doen zijn. PROBERT in Frankrijk, FADEIFF in Petersburg stelden hiertoe voor, om het met graphiet te vermengen, overste RYLEY deed dit in Engeland met fijn zand en GALE met tot poeder gebragt glas. Het spreekt van zelf, dat de vermenging met deze onbrandbare zelfstandigheden de snelheid der ontbranding werkelijk moet verminderen. Het voorstel van GALE verwekte eene algemeene belangstelling bij het Engelsche volk, zoodat zelfs Mr. PUNCH eene geestig satirieke prent in het tijdschrift van dien naam publiceerde. Men stelle zich den lord mayor en aldermen voor aan eene tafel gezeten, op deze een vat buskruid, en daarnaast Mr. GALE met een roodgloeiende pook, verlof vragende om eene proef te doen. Zulke proef, maar op grootere schaal, heeft men dan ook werkelijk gedaan. Honderd centenaars mijn-buskruid, met ongeveer het twee à drievoudige gewigt glaspoeder vermengd, werden in een *Martello-toren* (bevestigde toren) bij Hastings geplaatst. De poging om deze massa door elektrische vonken te doen ontploffen mislukte, en toen legde men onder de buskruidvaten een groot vuur aan. Het resultaat was, dat het buskruid even als een hoop stroo opbrandde en geen steen van den toren verwrikte. Men was ten laatste genoodzaakt een raam in den toren stuk te slaan om den rook een beteren aftogt te bezorgen; en de op eenen eerbiedigen afstand verzamelde toeschouwers konden toen, naderbij komende, in de onmiddellijke nabijheid het schouwspel van eenen buskruidbrand bewonderen.

Toen men het buskruid van een teruggehouden vaatje door ziften van het glaspoeder scheidde, ontploften de op de zeef teruggebleven korrels met de gewone kracht.

Het welslagen der proef was dus boven allen twijfel verheven, en toch leed deze methode schipbreuk op de belangrijke onkosten, die deze vermening veroorzaakte; op de vermeerdering van de te vervoeren hoeveelheden en de moeijelijkheid om de toestellen tot het ziften aan boord der schepen enz. mede te nemen. Door deze laatste bewerking worden kansen van gevaar geboren, die veel grooter zijn dan die bij de wijze van bewaring op de oude manier.

Het chlooraat-buskruid.

Dit bevat in het chloorzure kali een zout, dat zeer gemakkelijk zijn zuurstofgehalte (6 aequivalenten) loslaat, doordien zich dan de beide andere bestanddeelen, chloor en kalium, direct onderling verbinden. Mengsels van dit zout met brandbare zelfstandigheden verbranden onder krachtige licht- en warmteverschijnselen. Vooral met zwavel en zwavelmetalen ontploft het chloorzure kali door eenen matig aangebragten stoot of slag, zelfs reeds bij het wrijven in eenen mortier. Veel gevoeliger, veel heviger ontploffend zijn de vermengingen, die nevens het chloorzure kali nog fijn verdeelde gewone of amorphe roode phosphor bevatten. De zoogenaamde amorees, dit uiterst gevaarlijke kinderspeelgoed, zijn met het laatstgenoemde mengsel vervaardigd. De met zwavel bereide dienen tot het vullen van de slaghoedjes, de zundpatronen van het zundnaaldgeweer b. v. zouden door de vermenging van zwavel-antimonium met chloorzure kali verkregen worden. Het verwondert ons dus niet, dat de eerste proefneming om den salpeter bij de buskruidbereiding door chloorzure kali te vervangen daarmede eindigde, dat de buskruidmolen bij Essonne in Frankrijk in de lucht vloog en daardoor de proef, die de Fransche republiek wilde nemen om hare vijanden eenen gevoeligen slag toe te brengen, geheel en al verijdeld werd. En al ware het mogelijk geweest alle gevaar bij de bereiding te vermijden, dan zoude dit buskruid toch te vernielend gewerkt, de geweren verbrijzeld en meer Fransche soldaten dan vijanden gedood hebben.

Wederom was het een Franschman, AUGENDRE, gegeven een mengsel van chloorzure kali, rietsuiker en geel bloedloozgout te bereiden, dat niet gevaarlijk bij de bereiding en zeer werkzaam in de aanwending was. Dit witte buskruid verwekte voor 20 jaren groot opzien, doch heeft geen belangrijken invloed in de industrie uitgeoefend.

Volgens prof. ROHL te Weenen worden 28 deelen geel bloedloozgout, 23 deelen rietsuiker en 49 deelen chloorzure kali, elk afzonderlijk tot

fijn poeder gebragt en door alles te zamen te ziften goed vermengd; men kan ook door het poeder met alcohol te bevochtigen en dan door eene grove zeef te drukken eene soort van korrel verkrijgen. De producten der verbranding zijn koolzuur, kooloxyde, stikstof en waterdamp en in het overblijfsel chloorkalium, koolijzer enz. (POHL), eene wijze van ontleding, die eene verhooging van de werking door eene grootere toevoeging van chloorzure kali zeer waarschijnlijk maakt.

De krachtsontwikkeling van gelijke gewigts-hoeveelheden gewoon (zwart) buskruid en van dit witte buskruid is voor het laatste $1\frac{3}{4}$ maal grooter, terwijl bij gelijke maathoeveelheid dit maar $1\frac{3}{8}$ maal sterker werkt, omdat het grooter volumen bezit dan het oude zwarte. Heeft men door innigere vermenging in den vochtigen toestand en door sterkere drukking het volumen van het witte buskruid tot een minimum teruggebragt, dan wordt het daardoor krachtiger maar ook gevaarlijker. Door den uitvinder wordt eene eigenaardige waarneming medegedeeld, die ook de algemeene aandacht verdient. Wordt onder het witte buskruid maar een enkele korrel zwart buskruid gemengd, dan ontploft de massa dadelijk bij verdere menging; dit ondervond de adsistent van AUGENDRE en verloor daardoor bijna zijn gezigt; hij had zoo iets echter kunnen voorzien, immers hij bragt hier chloorzure kali met zwavel in aanraking.

Tot de bereiding van het schietpapier van EHRHART-MELLAND wordt eveneens eene vermenging van chloorzure kali en geel bloedloogzout gebezigd. Het octrooi van MELLAND luidt: 9 deelen chloorzure kali, $4\frac{1}{2}$ deelen geel bloedloogzout, 4½ deelen kalisalpeteer, 3½ deelen houtskoolpoeder, $\frac{1}{15}$ deel zure chroomzure kali, $\frac{1}{15}$ deel zetmeel worden met 79 deelen water tot eene dunne brij gekookt en daarin slap gelijmd papier gedoopt. Dit wordt, nog vochtig zijnde, opgerold; en na het droogen op de bepaalde lengten geknipt, waarvan men dan tegelijk den prop met den hagel tot eene patroon kan maken; tegen het vochtig worden bestrijkt men ze met collodium, waardoor zij waterdigt worden. Zij voldoen bij de gewone slaghoedgeweren, vooral door de snelle wijze van laden, zeer goed. Twee deelen van dit papier zouden zoo veel uitwerken als drie deelen gewoon buskruid, en tegen stooten zoude het geheel ongevoelig zijn.

Het chloraat-buskruid van HORSLEY bevat chloorzure kali en fijn gestooten galnoten, men zoude deze wel door andere looistof bevattende zelfstandigheden, b. v. door catechu kunnen vervangen.

Men roemt zeer de uiterst krachtige werking er van, b. v. in torpedo's, waarbij het juist een vereischte is eene buitengewone vernielingskracht in de kleinst mogelijke ruimte te zamen te vatten. Ook bij dit buskruid wordt de ongevoeligheid tegen stooten of slaan geprezen.

Op eene ruwere wijze verkrijgt men een soortgelijk buskruid, door uitgelooide eikenschors met eene verzadigde oplossing van chloorzure en salpeterzure kali te koken, en deze dan, voor ze geheel droog geworden is, met fijn gepulveriseerden zwavel te bestrooijen. Bij Plymouth bestaat eene fabriek van deze soort buskruid, die reeds tweemaal is afgebrand, maar niet, gelijk men zoude veronderstellen, in de lucht gevlogen of liever gesprongen is.

Pikraat-buskruid.

Hier hebben wij eene soort buskruid te behandelen, waarbij niet een mechanisch mengsel, maar eene scheikundige verbinding van het te verbrandene met het verbrandende, het salpeterzuur, de hoofdrol speelt. Het bestaat uit pikrinzuur met kali, natron en ammoniak verbonden.⁴ Hier, waar dus de atomen zuurstof in onmiddellijke aanraking met de atomen van de koolstof en de waterstof zijn, moet natuurlijkerwijs ook de ontleding veel heviger zijn. Het pikrinzuur wordt door de behandeling van verschillende organische lichamen, b. v. indigo, zijde, salicin enz. bereid. Op de eenvoudigste en goedkoopste wijze bereidt men het door gekristalliseerd carbolzuur (uit de oliën van de steenkoolteer, die bij 150—200° C. koken verkregen), in geconcentreerd zwavelzuur op te lossen en dit mengsel in verwarmd sterk salpeterzuur te laten vloeijen. Onder sterk schuimen en ontwikkeling van roodgele dampen ontstaat eene sterk gekleurde vloeistof, waaruit na verdampen en afkoelen zich ligtgele bladerige kristallen van pikrinzuur afscheiden. De scheikundige verklaring van deze bereiding is de volgende: Door drie equivalenten salpeterzuur worden drie equivalenten waterstof van het carbolzuur tot water geoxydeerd, en de plaats er van door drie equivalenten ondersalpeterzuur ingenomen. Er worden daardoor 12 atomen zuurstof in de atomenvereeniging van het carbolzuur vastgelegd, die bij verbranding slechts directe gasvormige verbindingen met de daarnaast liggende kool- en waterstof-atomen trachten aan te gaan. Bij deze vereeniging wordt ook nog de stikstof gasvormig vrij, die met de zuurstof vereenigd was.

Tot geheele verbranding is evenwel nog niet genoeg zuurstof voorhanden, men moet dus altoos nog andere oxyderende zelfstandigheden er bijvoegen. Het was aan de scheikundigen reeds lang bekend, dat de pikrinzure zouten door verwarmen of slaan ontploften. Het was evenwel een geheim, dat het Fransche ministerie van oorlog zich met proeven in het groot bezig hield, en de bereiding van dit nieuwe soort buskruid zoo geheim mogelijk trachtte te houden; het publiek vernam dit eerst door eene vreeselijke ontploffing, die het huis van den fabrikant op de *place de la médecine* te Parijs in een puinhoop veranderde, zijn eenigen zoon doodde en overal in de buurt dood en vernietiging verspreidde. Dit groote ongeluk werd vermoedelijk veroorzaakt door eene kleine onvoorzigtigheid bij het inpakken van pikraat-buskruid; tot heden is de eigenlijke oorzaak nog niet met zekerheid bekend geworden. In de fabriek van den heer FONTAINE bevonden zich op dat oogenblik 23 kilogr. zuivere pikrinzure kali; men heeft wel gezegd, dat deze hoecelheid met chloorzure en salpeterzure kali gemengd was geweest, en tot vulling van torpedo's moest dienen, maar dit schijnt onwaar te zijn. Men heeft FONTAINE hoegenaamd geene nalatigheid of onvoorzigtigheid kunnen ten laste leggen, ten minste in zooverre de wetenschap en de praktijk hem daarvoor hadden kunnen waarschuwen. Volgens het oordeel der experts heeft FONTAINE niet onvoorzigtig gehandeld door het pikrinzure kali naar het magazijn te laten brengen, en in andere vaten of flesschen te doen overpakken. Men heeft ook gemend de ontploffing aan zekere onverklaarbare atmosferische toestanden (*dont les mystères échappent à la science*) te moeten toeschrijven. De ozonometre stond dien dag om 12 uur buitengewoon hoog en wel op 71, den daaropvolgenden dag daarentegen op 25, een aanmerkelijk verschil. HOUZEAU heeft door proeven aangetoond, dat 5 deccigr. pikrinzure kali in eene met ozon gevulde flesch gebragt dadelijk ontploffen en de flesch verbrijzeld wordt. Sedert dien tijd is meer over deze uitvinding van DESIGNOLLES uitgelekt. Hij verzekert, dat door eene gelijkmatige en graduele vervanging van den zwavel uit het gewone buskruid door pikrinzure kali eene naauwkeurig te berekene verhooging van de werking te verkrijgen is. Voor geweer-buskruid zoude 20 proc., voor kanon-buskruid voor korte veldstukken 15 proc., voor de monsterkanonnen slechts 8 proc. pikrinzure kali bij het buskruid gevoegd voldoende zijn.

Eene soort buskruid voor holle projectielen, mijnen en torpedo's

verkrijgt men, door eene kleine hoeveelheid chloorzure kali bij pikrinzure kali te voegen, het zoude dan tienmaal zoo krachtig als het gewone buskruid werken. Ook bij mengsels voor vuurwerken worden de pikrinzure zouten aanbevolen.

Het ammoniak-buskruid van den Zweedschen scheikundige NORBIN, ook onder den naam van *ammoniakrut* bekend, zoude volgens eenige voorschriften salpeterzuren ammoniak bevatten; allerwaarschijnlijkst is het evenwel, dat daarin slechts de pikrinzure kali door pikrinzuren ammoniak is vervangen, dus hetzelfde voorschrift als dat van DESIGNOLLES, met eene eenvoudige wijziging. Dit zout is watervrij en kristalliseert gemakkelijk, terwijl daarentegen de salpeterzure ammoniak zeer vloeijend is en daardoor reeds niet bij de bereiding van ontploffende middelen kan gebruikt worden. Het ammoniakrut ontploft door een slag of stoot, de gevulde boorgaten worden met een bout gesloten, op deze valt een door eene koord opgeheven balk, waardoor dan een krachtige slag wordt veroorzaakt.

Als deze manier van aansteken de eenige was, dan zoude dit reeds voldoende zijn om het praeparaat in groot miscrediet te brengen.

BRUYÈRE heeft vele proeven met de pikrinzure ammonia gedaan; volgens hem ontploft het zuivere zout niet, gelijk de meeste pikrinzure zouten, als het met een brandend ligchaam in aanraking gebragt wordt; het ontvlamt, verbrandt langzaam met eene roodachtige vlam en laat veel kool achter. Hij mengde nu dit zout met verschillende hoeveelheden salpeterzure kali en verkreeg hierdoor zeer langzaam verbrandende soorten van buskruid, waarvan de snelheid van ontbranding geheel afhangt van de relatieve hoeveelheden der beide zouten. Als buskruid leverde het mengsel, bestaande uit 56 deelen pikrinzure ammonia en 46 deelen salpeterzure kali, de beste resultaten. Bij de verbranding worden alsdan al de kooldeeltjes verbrand, en er blijft niets dan de scheikundige verbinding: koolzure kali over.

Gedurende vier maanden werden de proeven met dit buskruid te Grenoble in het artilleriepark voortgezet, en kwam men tot de volgende uitkomsten: 1°. het is gelijkmatiger van vorm, en werkt dus ook gelijkmatiger; 2°. het bestaat uit twee zeer gemakkelijk kristalliserende verbindingen, zoodat beide in hoogst zuiveren toestand kunnen verkregen worden; 3°. het is niet zeer vochtaantrekend; 4°. bij gelijke gewichtshoeveelheden werkt het oneindig krachtiger; eene lading van 2,6 gramm. deelde aan den kogel eene snelheid mede, gelijk staande met die door

5,5 gramm. gewoon buskruid verkregen; 5°. het laat veel minder vast overblijfsel achter; 6° dit overblijfsel bestaat bijna uitsluitend uit koolzure kali, dat geen nadeeligen invloed op de metalen uitoefent; 7°. er wordt bij de ontbranding slechts zeer weinig damp gevormd, die reukeloos is en voor het grootste gedeelte uit waterdamp bestaat.

Het schietkatoen.

Toen omstreeks het einde van het jaar 1846 SCHÖNBEIN te Bazel en bijna gelijktijdig BÜRTCHER te Frankfort de uitvinding van het schietkatoen bekend maakten, zoude men gewis niet geloofd hebben, dat dit door het groote publiek met alle mogelijke geestdrift ontvangen nieuwtje zoo spoedig weder al zijne glorie zoude verliezen en tot het verleden behooren, zonder iets blijvends achter te laten. Een ongelooflijk feit. De bondsvergadering, zaliger gedachtenis, kwam op het lumineus idéé aan de gelukkige uitvinders eene nationale belooning uit te reiken, in trouwe eene zeer schoone gedachte, die echter door de gebeurtenissen van het jaar 1848 met de bondsvergadering zelf in vergetelheid geraakte en daardoor onuitvoerbaar werd. De stormen van de omwenteling waaiden voorbij, de menschen vergaten bij al het nieuwe, grootsche en treurige, dat zij in dien korten tijd beleefd hadden, het schietkatoen, en zijne uitvinders hadden hunne hoop op den nieuw verzezen Duitschen bond gerust kunnen begraven, als niet de toen heerschende militaire partij in Oostenrijk als voor hen van zeer veel belang geoordeeld had het schietkatoen der vergetelheid te ontrukken. Voor eene som van 30 000 flor. kocht de Oostenrijksche staat het geheim; van deze som ontving SCHÖNBEIN twee derde en BÜRTCHER een derde. Door zeer lang, ja gedurende vele jaren voortgezette en zeer kostbare proeven kwam de Oostenrijksche commissie eindelijk zoo ver, dat de groote moeilijkheden bij de bereiding in het groot overwonnen werden, en de wijze, hoe het bij het mijnwezen en als voortbewegende kracht te gebruiken in zoo verre bepaald omschreven en vastgesteld kon worden, dat men met het schietkatoen rotsblokken tot den vestingbouw van Komorn verkreeg, de vestingwerken van Weenen er mede vernietigde, en in den oorlog van 1859 eigenaardig ingerigte batterijen van geschut voor schietkatoen in de praktijk kon beproeven.

Door het in de lucht springen van een magazijn met 200 centenaars schietkatoen op den 31sten Julij 1862 werd een einde aan al die proeven gemaakt, de Oostenrijksche regering betwijfelde (en onzes inziens te

regt) het welslagen er van, en gaf aan het hoofd dier commissie den generaal baron LENK verlof zijne verkregen resultaten naar believen te gebruiken. LENK ging naar Engeland. De gelijktijdig met de Oostenrijksche in Frankrijk in het werk gestelde proeven werden eveneens opgegeven, omdat men, gelijk men voorgaf, eene vrijwillige ontleding van het schietkatoen niet wist te verhinderen of tegen te gaan.

PELOUZE en MAURY, twee Fransche scheikundigen, die met schietkatoen, dat te Bouchet bereid was, proeven namen, vonden, dat er bij lang bewaren, zelfs bij de gewone temperatuur en in het donker, dampen van salpetrig zuur, mierenzuur enz. uit ontwikkelden, dat het volume er van verminderde, en het dan tot eene weeke, zure, gomachtige massa overging, die eindelijk zich weder uitzette en in eene geelachtige poreuse zelfstandigheid veranderde, welke druivensuiker, oxalzuur, enz. bevatte. Gelijksoortige ontledingsverschijnselen schijnen bij hoogere temperatuur in zulke snelle opeenvolging te hebben plaats gehad, dat bij enkele gevallen zelfontbranding er door is ontstaan. De latere met goed gevolg bekroonde proefnemingen van LENK in Engeland hebben duidelijk bewezen, dat de hierboven medegedeelde ongunstige gevolgen* door de ondoelmatige bereidingswijze, te Bouchet gevolgd, veroorzaakt werden.

De scheikundige van het Engelsche ministerie van oorlog, Prof. ABEL te Woolwich, verklaart, ten gevolge van op hoog bevel ingestelde proeven, dat het LENK'SCHE schietkatoen een zelfs onder abnormale omstandigheden goed te bewaren praeparat is, hetwelk b. v. maanden lang bij eene temperatuur van 55—60° C. bewaard kan worden, zonder dat het ontleed wordt; verder, dat het mogelijk is de uitwerking er van naar believen op elken graad van sterkte te regelen, dat het dus even goed tot het doen springen van mijnen, als bij geweer- en geschutvuur kan gebruikt worden, en dat men onder bepaalde verhoudingen met 1 deel schietkatoen de drie- tot tienvoudige uitwerking van eene gelijke hoeveelheid buskruid kan bereiken. Het blijkt niet, of bij deze opgave gelijke gewichtshoeveelheden of gelijke ruimtedelen bedoeld zijn, wat een aanmerkelijk verschil maakt. Het eerste is het waarschijnlijkste. De goede uitkomsten er door bij het mijnwezen verkregen doen de vraag naar *goed* schietkatoen dagelijks toenemen, reeds is eene groote fabriek van schietkatoen (PRENTICE en COMP. te Stowmarket) meer dan vijf jaren in vollen gang, en met goed succes; zij had slechts eens een ongeluk, er vloog namelijk eene droogplaats in de lucht.

De bereiding van het schietkatoen is door de uitvinders nooit uitvoerig bekend gemaakt geworden; men kan echter aannemen, dat het hoofdzakelijke daarvan in de methode van LENK is overgegaan, en deze kennen wij in al hare onderdeelen.

LENK begint daarmee, dat hij goede langvezelige katoen goed laat kaarden, dan door eene voorspin-machine in losse draden, zoogenaamde lonten, laat verwerken, en deze dan zeer zorgvuldig met kali- of natronloog uitkookt en met zuiver water uitwascht. Hierdoor verwijdt hij eene bruine op pectin gelijkende stof uit het katoen, die anders bij de behandeling met salpeterzuur een gemakkelijk ontleedbaar ligchaam vormt, waaraan de zelfontleding van het schietkatoen wordt toegeschreven. Nadat het op deze wijze behandelde katoen bij zachte warmte gedroogd is, wordt het in kleine bundels van circa 100 grammen verdeeld; de voorbereidende werkzaamheden zijn hiermede afgevoerd.

Tot de nitrificatie bezigt hij een mengsel van een deel van het sterkste salpeterzuur en drie deelen geconcentreerd zwavelzuur, dit wordt zeer zorgvuldig gemengd en eenige dagen tot bekoeling ter zijde gesteld. In een trog van gietijzer, die drie afdeelingen bevat, wordt nu de zure vloeistof en wel 30 kilo in de middelste afdeeling gebragt. Men doopt de bundels katoen achtereenvolgens in het zuur, laat ze eene korte wijle daarin en perst ze zacht uit, waarna men ze in de derde afdeeling op elkander legt en 48 uren laat liggen. Het in de bundels katoen opgenomen zuur (circa 10,5 kilo op 1 kilo katoen) is voldoende om de nitrificatie ten einde te brengen. Het door iederen bundel opgenomen zuur moet dadelijk door eene nieuwe hoeveelheid zuur, die zich in de eerste afdeeling bevindt, worden aangevuld. Het nauwkeurig in acht nemen van deze laatste handgreep schijnt zeer noodzakelijk te zijn. Het katoen komt bij de eerste indompeling toch in de driehonderdvoudige hoeveelheid zuur, dus in grooten overvloed, dit is echter noodig, opdat de kleine hoeveelheid water, die in het katoen door den overgang in schietkatoen gevormd wordt, die groote hoeveelheid zuur niet te zeer verzwakke. Het mislukken der proeven te Bouchet moet worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat men daar slechts met eene hoeveelheid van 2 liters zuur (1 deel salpeterzuur en 2,5 deel zwavelzuur) en 200 grammen katoen werkte. Het verkregen schietkatoen wordt daarna in eenen snel ronddraaijenden trommel gebragt, waardoor het grootste gedeelte van het daarin nog aanwezige zuur verwijderd wordt. Men kan door destillatie uit dit zuur het grootste

gedeelte van het salpeterzuur weder terug erlangen en het overblijvende zwavelzuur door indampen weder op den noodigen graad van sterkte brengen. Ook brengt men wel dat zuur onmiddellijk in de looden kamers bij de zwavelzuur-bereiding in gebruik, of bezigt het tot het doen oplossen van metalen of bij de bereiding van het beenderen-meel. Het afwasschen van het in het schietkatoen nog aanwezige zuur geschiedt door het inlaten van zuiver water in den trommel tijdens het rond-draaijen, waarna men het twee tot zes weken in een stroomend water neêrlegt. Te Bouchet perste men het zuur uit het schietkatoen, en spoelde het dan gedurende 1½ uur in stroomend water uit, dit was trouwens niet voldoende om elk spoor van zuur er uit te verwijderen.

LENK kookte dan nog het schietkatoen met eene zeepoplossing om het zacht te maken, dompelde het hierop in eene oplossing van water-glas, liet het drie à vier dagen in de vrije lucht liggen, waschte zorgvuldig in zuiver water uit en droogde het aan de lucht. Volgens hem zoude zich om de vezel eene kiezelzure verbinding vormen, die de zelfontleding verhinderde. Eene ondervinding van vijftien jaren heeft de bewijzen voor de houdbaarheid van op deze wijze bereid^d schietkatoen bevestigd. Grootere hoeveelheden schietkatoen worden het best in halfvochtigen toestand bewaard, waardoor elk gevaar vermeden wordt, en men kan de benoodigde hoeveelheid voor het gebruik ieder keer droogen.

Het uiterlijke aanzien van het schietkatoen wijkt zeer weinig van het gewone katoen af. Bij het aanvoelen schijnt het iets ruwer en harder en laat zich niet zoo gemakkelijk te zamen persen, men kan het daarom ook zeer goed tot het filtreren van sterke zuren gebruiken, deze oefenen in het geheel geen invloed er op uit. In bijtende alkalien is het oplosbaar en vormt met deze eene bruinachtige vloeistof, waaruit door zuren veranderde katoenzelfstandigheid wordt neergeslagen, in het filtraat kan salpeterzuur aangetoond worden. Het echte schietkatoen is niet oplosbaar in alcohol, aether, of een mengsel van beiden. Hierdoor kan men het van het zoogenaamde collodium-schietkatoen onderscheiden, dat in de laatstgenoemde vloeistof (alcohol en aether) in groote mate oplosbaar is. Dit laatste wordt op dezelfde wijze bereid, maar men gebruikt een waterhoudend mengsel van de beide zuren tot de nitrificatie en werkt bij eene iets hoogere temperatuur.

Het echte schietkatoen heet in de wetenschap *trinitro-cellulose*, het collodium-schietkatoen *binitro-cellulose*. Het gezuiverd katoen is zuivere

houtvezel of cellulose, bestaat dus uit 12 aequivalenten of 72 gewigtsdeelen koolstof, 10 aequivalenten waterstof en zuurstof of 90 gewigtsdeelen water. Bij het zuivere schietkatoen zijn drie aequivalenten water door drie aequivalenten salpeterzuur vervangen, bij het collodiumschietkatoen heeft deze ruil slechts met twee aequivalenten plaats.

Door reducerende middelen kan men aan deze beide verbindingen het salpeterzuur onttrekken en verkrijgt dan weder onveranderde cellulose.

De ontledingsproducten zijn door KAROLYI naauwkeurig onderzocht. Hij trachtte hiertoe zoo naauwkeurig mogelijk den loop van het proces, dat bij het schieten en springen van mijnen met het schietkatoen plaats heeft, te volgen en na te doen. Hiertoe stampte hij in eene ijzeren buis eenig schietkatoen, plaatste deze in eenen ruimen hollen ijzeren kogel, die luchtledig gepompt werd en ontstak toen het schietkatoen door middel van eenen door eene galvanische batterij gloeiend gemaakten platinadraad. De gassen, die den luchtledigen kogel na de ontploffing onder eene iets hoogere drukking dan die der omringende atmosfeer vulden, konden gemakkelijk door middel van een kraan er uit gelaten worden. De analyse er van toonde aan, dat 1 gram schietkatoen 576,4 kubiek centimeters gas- en dampvormige verbrandingsproducten geleverd had. In 100 volumen daarvan werden 28,9 vol. kooloxyde, 7,3 vol. ligt koolwaterstofgas, 20,8 vol. koolzuur, 12,7 vol. stikstof en 25,3 vol. waterdamp gevonden. Eene kleine hoeveelheid koolstof, 1,82 proc. bleef onverbrand over. De groote hoeveelheid kooloxyde en ligt koolwaterstofgas (mijngas) maakten het mogelijk, dat de gassen door middel van een brandend ligchaam konden ontstoken worden. Men maakte dientengevolge de gevolgtrekking, dat door toevoeging van salpeter- of van chloorzure kali de verbranding volmaakter kon worden en daardoor dus eene hoogere temperatuur en hoogere spanning van de gassen verkregen werd. Men kan (natuurlijk op geene zekere gegevens) aannemen, dat de temperatuur zonder de bijvoeging van een der twee genoemde zouten 5389° C, met deze bijvoeging echter 8073° C bedraagt, in de veronderstelling dat het schietkatoen vrij liggend verbrandt, en de gassen zich dus vrij kunnen uitzetten. Wordt deze uitzetting verhinderd, dan moet de temperatuur nog hooger gesteld worden. Neemt men hierbij nog in aanmerking, dat het buskruid slechts voor $\frac{1}{3}$ gedeelte in gassen veranderd wordt, terwijl daarentegen van het schietkatoen

niets overblijft, dan is het niet te gewaagd te verklaren, dat onder zekere omstandigheden het schietkatoen nagenoeg de tienvoudige kracht van het buskruid ontwikkelt.

De snelheid van de ontploffing wordt bij het buskruid door de meerdere of mindere digtheid, de soort en de grootte van den korrel bepaald. Deze verschillende voorwaarden treden bij het veel krachtiger werkende schietkatoen nog sterker op den voorgrond.

Een goed uitgeplozen vlokje schietkatoen kan op eene zeer gevoelige weegschaal verbrand worden, zonder haar uit het evenwigt te brengen. Maken wij er een lossen draad van, dan plant zich daarin de verbranding met eene snelheid van 3 decimeters in de seconde voort. Door den draad vaster te draaijen en dus de vezels nader tot elkander te brengen, kunnen wij de snelheid tot op 3 decim. in 0,001 seconde opvoeren, en dus eene buitengewone uitwerking verkrijgen. Eene snelheid van ontbranding van 3 decim. in 0,1 seconde is voor het schieten met geweren het doelmatigst bevonden. Eene gelijkmatige werking kon met los uit elkander geplouzen schietkatoen niet verkregen worden. Of men met eene gelijke hoeveelheid schietkatoen een krachtig werkend schot verkreeg, of dat de kogel lang vóór het doel reeds was nedergevallen, of dat den schutter het geweer in de handen uit elkander sprong, dit hing alles af van het meerdere of mindere aanzetten van het schietkatoen met den laadstok in den loop van het geweer. Men zag daarom spoedig van het laden met los schietkatoen af, te meer nog omdat iedere lading voor zich moest afgewogen worden; men weefde toen van draden holle op lampenkousen gelijkende buizen, die als geweerpatronen moesten dienen en waarvan men de dikte zeer gemakkelijk kon regelen. Deze werden op bepaalde lengten afgesneden, en om de zamendrukking er van te verhinderen, bragt men er stijve papieren hulzen in. Voor patronen van kanonnen enz. wikkelde men de draden op holle houten of kartonnen klossen. In beide gevallen wordt een nog al aanmerkelijk volumen lucht mede in de patroon gesloten, dat bij het vuren als een elastiek kussen werkte, tot dat de traagheid van het projectiel overwonnen is. Tot het doen springen van mijnen enz. worden als het doelmatigst holle uit sterk gedraaide of gevlochten draden zamengestelde touwen gebruikt, ook bommen worden met op deze wijze bereide strengen of touwen geladen. Er bleef evenwel altijd veel te wenschen over wat de gelijkmatigheid in uitwerking en zekerheid be-

treft, en hierin moet de reden gezocht worden, waarom de Oostenrijksche schietkatoen-batterijen weder afgeschaft zijn geworden.

Prof. ABEL te Woolwich sloeg een geheel nieuwen weg in; hij maalde het bereide schietkatoen in eenen hollander onder sterken toevoer van water tot eene langvezelige brij. Hierdoor reinigt hij op zoo volmaakt mogelijke wijze iedere vezel van elk spoor van zuur, en verkrijgt tevens eene ligte, gelijkmatige massa, die bovendien nog naar willekeur met collodium-schietkatoen, ruwe katoen, papierbrij enz. gemengd kan worden, om daardoor de hevigheid van de verbranding geheel in de magt te hebben en te regelen. Men kan van de verkregen brij op de papiermachine vellen maken, deze oprollen of in kleine stukken laten snijden, die dadelijk als geweerpatronen kunnen dienen. Brengt men de nog halfvochtige brij in een zich langzaam heen en weer bewegend trommel, dan worden korrels gevormd, die door ziften in verschillende grootten kunnen verdeeld worden. Door toevoeging van een weinig collodiumoplossing verkrijgen deze grootere stevigheid. Ten laatste wordt de brijachtige massa tot cilindrs geperst, die op de benoedigde lengte worden afgesneden en in de boorgaten gestoken worden. Dit is het zoogenaamde zekerheids-schietkatoen (*safety gun cotton*), omdat de cilindrische staven aan de lucht zonder eenige ontploffing en alleen met eene groote vlam verbranden. Door Engelsche spoorwegmaatschappijen werden deze proeven op groote schaal gedaan om zich van het betrekkelijk gevaarlooze er van bij het transport te overtuigen; 125 van zulke staven, een equivalent van ten minste 250 kilo mijnbuskruid, verbranden zonder gevaar evenals een hoop stroo, zonder zelfs de pakkisten te vernietigen. PRENTICE, de eigenaar van de fabriek, waarin deze patronen bereid worden, hield de eene helft van zulk een staf onder het verbranden in zijne hand, en met de andere helft liet hij een groot blok hout in tweeën springen. Het was hem mogelijk dit te doen, doordien hij in het hout een gat boorde, groot genoeg om de staf in op te nemen, en deze toen met eene bijzondere lont ontstak. Op eene dusgenaamde Bickfordsche lont was een sterk geladen slaghoedje geplaatst en dit stond op den schietkatoenen cylinder. De Bickfordsche lont deed het slaghoedje ontploffen, en de daardoor teweeg gebragte schok deed de geheele massa schietkatoen in eens ontvlammen.

Men bereikt op deze wijze eene uitwerking, die gelijk staat met die van eene 10 à 12voudige buskruidlading.

Zelfs vrijliggend schietkatoen brengt nog, als het door dit middel ontstoken wordt, verbazende resultaten voort.

ABEL heeft het eerst deze wijze van ontsteking, die bij het nitroglycerin reeds lang in gebruik was, bij het schietkatoen beproefd en is zeer goed geslaagd. Eene belangrijke proef werd nog door ABEL gedaan; hij legde strengen van te zamen gedraaid schietkatoen gemaakt onder aan den voet van eene rij sterke palissaden, die op bovengenoemde wijze werden ontstoken. De vier (Eng.) duimen dikke boomstammen en balken werden als zwavelstokken afgebroken en tot splinters geslagen. Deze proef is ook te Glogau gedaan, ook daar wordt in het rapport van de in de lucht geslingerde palissaden gesproken.

Andere soorten van plantenvezels kunnen even goed als het katoen genitrificeerd worden. Vlas en hennep zijn wegens de dikke wanden hunner cellen en de aanhangende vreemde zelfstandigheden veel minder daartoe geschikt dan het papier. Doopt men gedurende een korten tijd strepen dun ongelijmd zijdepapier in het boven bedoelde zure mengsel en worden deze daarna goed uitgewasschen, dan verkrijgt men het ligt ontvlambare pyropapier. Het is doorschijnend, wordt in het water niet week en onder het wrijven zeer elektrisch. Men kan het met verschillende zoutoplossingen behandelen, b. v. met chloorzure baryt (groen), salpeterzure strontiaan (rood) en salpeterzuur koper (blauw) en er zeer aardig salonvuurwerk van maken. Met zure chroomzure kali verzadigd, verkrijgt men een product, dat met eene schitterende witte vlam verbrandt en door het slaan met een hamer op de massa een hevigen slag veroorzaakt.

Eene meer algemeene verspreiding en aanwending heeft het houtbuskruid van den kapitein der artillerie SCHULTZE van Potsdam gevonden; het komt in drie vormen voor, — als geweerbuskruid, het gelijkt dan veel op grof zaagsel, als buskruid voor kanonnen, in korrels als erwten en eindelijk als mijn- en springpatronen, die als duimdikke cilindrische staven in den handel voorkomen. Behandelt men dit buskruid met water, dan wordt salpeterzure kali opgelost, en er blijven bruinachtige gele vezels achter, die na drooging nog ontploffen, en dus genitrificeerde houtvezels zijn. Dat zij niet zoo volmaakt genitrificeerd zijn als het schietkatoen, blijkt uit het groote, sterk koolhoudende overschot. Laat men het in eene reageerbuis ontploffen, dan kan men duidelijk aan de kleur en den reuk herkennen, dat het vrij salpetrig zuur bevat, en het aan de wanden van het buisje gecondenseerde water

reageert zuur. Een geweerloop zoude door deze producten van de verbranding snel roesten en onbruikbaar worden. Door de toevoeging van salpeterzure kali verbrandt de kool geheel, het overblijfsel reageert alkalisch, het roesten heeft niet meer plaats, en behalve deze voordeelen levert de geconcentreerde oplossing van salpeterzure kali een voortreffelijk middel om de losse vezels onderling te verbinden en het persen in vormen mogelijk te maken. De opgaven over de bereidingswijze door SCHULTZE gevolgd zijn niet te vertrouwen, men kan echter aannemen, dat zaagsel en houtspaanders door koken met verdunde zuren en alkaliën, zorgvuldig wasschen en droogen voorbereid worden; dan met het zure mengsel genitrificeerd en nogmaals goed uitgewasschen en daarna in eene kokende oplossing van salpeterzure kali gebragt en in vormen geperst worden. Het resultaat van door prof. SCHWARZ gedane proeven is, dat drie gewigtsdeelen van het buskruid van SCHULTZE evenveel uitwerking doen als vier deelen gewoon buskruid, men moet echter minstens het dubbele volumen aanwenden (wegens het geringe sp. gew.) om een gelijk resultaat als het gewoon buskruid te verkrijgen. De patronen voor mijnen enz., als zij met de Bickfordsche lont en een slaghoedje ontstoken worden, zullen vijf tot zes maal krachtiger werken. Ten gevolge van eenen niet al te harden hamerslag ontvlamt het buskruid van SCHULTZE zeer gemakkelijk, en de verbranding verspreidt zich ook over de niet geraakte deelen. Door de meer algemeene verspreiding en aanwending van nitroglycerin zal dit buskruid wel niet veel in de praktijk meer gebruikt worden.

Het *pyroxam* van PAIJEN, een product, dat men door het te zamen wrijven van zetmeel met een mengsel van sterk salpeter- en zwavelzuur en uitgieten in een groote hoeveelheid water verkrijgt, komt in zijne eigenschappen met het reeds vroeger door BRACONNOT ontdekte *xyloidin* zeer overeen; het is reeds door zijne ligte ontvlambaarheid bij de temperatuur van kokend water veel minder bruikbaar dan het schietkatoen. Door UCHATIUS werd ook een wit buskruid uitgevonden, dat wat bereidingswijze en toepassing betreft geheel en al overeenstemt met het hierboven beschreven praeparaat.

Het nitroglycerin.

Bijna gelijktijdig met het schietkatoen werd het nitroglycerin uitgevonden, dat ook wel pyroglycerin, springolie, glonoïn, nitroleum werd genoemd. Door SCHÖNBEIN en BÖTTCHER was men opmerkzaam geworden

op de hevige en krachtige werking van het salpeter-zwavelzuur op organische zelfstandigheden; en het was dus niet te verwonderen, dat andere scheikundigen de werking van dat zuur ook op andere soortgelijke organische zelfstandigheden, melksuiker, rietsuiker, mannit enz. onderzochten en bestudeerden; zij verkregen daardoor dan ook dikwijls sterk ontploffende bereidingen. Op zulke wijze verkreeg SOBRERO, een jonge Italiaan, in 1847 in het laboratorium van PELOUZE te Parijs door de behandeling van het glycerin of oliezoet met het zure mengsel het nitroglycerin. Het glycerin is een siroopachtig zoetsmakend ligchaam, dat door SCHEELE in de vetten gevonden werd. De door SOBRERO gevolgde bereidingswijze wordt ook heden nog gebruikt, hij beschreef zeer juist de belangrijke eigenschappen van deze stof en vond ook reeds, dat zij bij langzame verhitting kalm verbrandt, bij plotsclinge verwarming tot eene temperatuur boven 180° C. evenwel op eene hevige wijze ontploft.

Deze ontdekking vond vooreerst geene aanwending in de industrie. Het toen nog niet in het groot bereide glycerin was te duur en de wijze om het nitroglycerin met zekerheid te doen ontploffen was nog niet gevonden. SOBRERO schijnt niet in het minst te hebben kunnen voorzien, welke vreeselijke krachtsontwikkeling in zijne gevondene bereiding verborgen lag en welke gewigtige rol er door vervuld zou worden.

Een Zweedsch ingenieur, A. NOBEL, begon voor het eerst in 1864 het nitroglycerin in het groot te bereiden en gebruikte het in den beginne om gewoon buskruid sterker te doen werken. Hij vulde blikken patronen met buskruid, goot zijne nieuwe springolie er bij, zoodat alle tusschenruimten gevuld waren en vuurde met eene gewone lont af. Met het buskruid ontplofte dan tegelijk het nitroglycerin en dit verhoogde op eene buitengewone, niet verwachte wijze de werking van het buskruid. NOBEL vond spoedig, dat tot ontsteking van het nieuwe middel reeds eene kleine lontpatroon met weinig buskruid, eindelijk dat een eenvoudig sterk geladen slaghoedje reeds voldoende was. De buitengewone krachtige uitwerking bij het springen van mijnen enz. overtrof alles wat tot nu toe op dat gebied bekend was geworden, talrijk waren dan ook zijne nieuwe vrienden, vooral in die bergstreken waar het mijnboren een hoofdbezigheid is en trots den hoogen prijs gebruikte men het overal. Het kwam dus natuurlijk ook in handen, die er niet mede wisten om te gaan, een aantal ontploffingen, die door hunne verschrikkelijke verwoestingen algemeen schrik en vrees verspreidden, waren daar het gevolg van. De regeringen verboden den verkoop er van, de

expeditie-kantoren weigerden het te vervoeren, dit maakte het kwaad, gelijk altoos, nog veel erger. Er waren handelshuizen, die het nitroglycerin onder eenen niet verdachten naam (glonoïn) verzonden, ook wel de blikken bussen, waarin het gevuld was, met manufacturen omgaven en als zoodanig declareerden, eindelijk bij de bewaring de gevaarlijke eigenschappen van deze zelfstandigheid op allerhande wijzen trachtten te bedekken. Zoo werden b. v. te Sheffield een aantal kisten met springolie gevuld, langen tijd op den zolder van het stadhuis, vlak boven de vergaderzaal van den stedelijken raad, bewaard, en de vaders der stad zullen wel hevig geschrokken zijn, toen zij later gewaar werden, welk zwaard van DAMOCLES hun al dien tijd boven hun eerwaardig hoofd gezweefd had. Toen de zaak ruchtbaar werd, kon men den eigenaar van die gevaarlijke handelswaar nergens vinden, en om zich er van te ontdoen, besloot men haar in eene in de nabijheid gelegene verlaten steenkolenmijn te werpen. Gelukkig echter kwam men van dit dwaze besluit terug, het werd in zoo verre veranderd, dat men de vloeistof uit de geopende blikken bussen in den mijnput zoude laten vloeijen.

De kracht van den val zoude stellig eene ontploffing veroorzaakt hebben, die eene kunstmatige aardbeving ten gevolge kon hebben. Deze onaangename geschiedenis zoude echter niet zonder een ernstig ongeluk ten einde loopen. De sheriff, een beminnaar van de scheikunde, was met de uitvoering van het plan belast, hij bemerkte op den bodem van een der bussen een gekristalliseerd aanzetsel (vast nitroglycerin) en wenschte daarvan eenige stukjes ter onderzoeking mede naar huis te nemen. Op hetzelfde oogenblik dat hij met eene spade de kristallen aanraakte om er eenige af te stooten, volgde de ontploffing; de ongelukkige sheriff werd in stukken geslagen en vele arbeiders ernstig gekwetst. Een gelijk ongeval heeft later in Silezië bij den tunnel van Goschdorf plaats gehad, een werkman wilde een stuk bevroren nitroglycerin met een pikhouweel stuk slaan, hij werd oogenblikkelijk door het ontploffende nitroglycerin vreeselijk verminkt en gedood. Beide gevallen wekken te meer de aandacht, omdat men moest veronderstellen, dat bevroren nitroglycerin zeer moeijelijk ontploft. NOBEL schrijft de omstandigheid, dat in Zweden waar het zeer veelvuldig aangewend wordt, nog geen ongeluk er door plaats had, alleen toe aan de lage gemiddelde temperatuur van dat land. MOWBRAY, ingenieur van den Hoosac-tunnel in Noord-Amerika, plaatste met bevroren nitroglycerin gevulde blikken patronen tusschen blokken ijs en vond, toen hij ze door

middel van slagkwik wilde doen ontploffen, dat zo onveranderd in de blokken ijs gedrongen waren. Bij de tot nu toe medegedeelde ongevallen werden deze door betrekkelijk geringe hoeveelheden nitroglycerin veroorzaakt. De ontploffingen te Aspinwall en San Francisco veroorzaakten grootere verwoestingen. De mijndistricten van Californië, Nevada, Idaho enz. op de Noord-Amerikaansche westkust verbruikten veel nitroglycerin; men moet daar in hard gesteente werken, en die moeilijke arbeid werd met behulp van de springolie veel gemakkelijker. De invoer had uit Engeland over Panama plaats. Het stoomschip *European* van de *Westindia Mail Company* had van Liverpool een cargo van 70 kisten met glonoin (zoo luidde het declaratoir) naar Aspinwall gebragt, zonder ook in de verste verte te kunnen veronderstellen, welke gevaarlijke vracht men aan boord had. Onder het uitladen in den morgen van den 3den April 1866 had er eene vreeselijke ontploffing plaats, waardoor de ijzeren wanden van het schip naar buiten gedrukt en het gheele bovenste gedeelte weggeslingerd werd. De plaats waar het schip gelegen had was in een diepen kuil veranderd, waarin verbrijzelde deelen van het schip, tot splinters verwrongene balken en van elkander gescheurde menschelijke ledematen door elkander lagen. Over eene lengte van vierhonderd voet was de landingsplaats vernield, geene plank was op hare plaats gebleven. Het stationsplein van den Panamaspoorweg geleck op eene ruïne en geene glasruit was in Aspinwall geheel gebleven. Meer dan vijftig lijk en een veel grooter aantal zwaar gekwetsten en verwonden waren als slagtoffers van dit verschrikkelijke ongeluk gevallen. De hoogere temperatuur van deze tropische gewesten had waarschijnlijk de ontvlambaarheid van de springolie in zulke mate verhoogd, dat het toevallig vallen van eene der kisten reeds voldoende was om al dit ongeluk te veroorzaken. Elf dagen later had er eene niet minder verschrikkelijke en vernielende ontploffing te San Francisco plaats, een deel van de stad werd in een puinhoop herschepen, acht menschen werden zoo vreeselijk verminkt, dat het niet mogelijk was hunne identiteit te bewijzen. Voorbij een dorpje aan den voet van den berg *Snowdon* reden twee karren met nitroglycerine beladen, toen deze plotseling ontplofte en paarden en personen vernielde; op de plaats waar de karren gestaan hadden, ontstonden twee gaten van 1,83 meter diepte bij 3,13 middellijn. Het station van den spoorweg, omstreeks 100 meter er van verwijderd stortte in, het dorp op 400 meters afstand werd deerlijk gehavend, daken en vensters werden er vernield, terwijl de

schok nog te Banger op 14,5 kilometers afstand werd gevoeld; twaalf personen zijn gekwetst en 4 gedood. Ook te Quenast in België en te Carnarvon in Cornwallis hadden verschrikkelijke ontploffingen plaats. De oorzaken van al deze ongelukken zullen wel voor altoos onopgelost en onverklaarbaar blijven; want al de getuigen er van zijn er door vernietigd geworden.

Men kan NOBEL niet geheel en al van het verwijt vrijspreken, dat hij om zijne producten aan den man te brengen het er aan verbonden gevaar te laag gesteld heeft. Wel is waar, is het moeilijk om nitroglycerin toevallig te doen ontvlammen, terwijl toch een enkele vonk voldoende is om buskruid te doen ontbranden, maar is het eens ontvlamd, dan werkt ook een kilo daarvan even zoo vernietigend als 10—13 kilo buskruid. Terwijl buskruid-magazijnen en het vervoeren van buskruid met alle mogelijke voorzichtigheidsmaatregelen worden omgeven, gaat men met het nitroglycerin zoo roekeloos om als ware het gewone lampolie. De domheid, achteloosheid en onbegrijpelijke zorgeloosheid van het werkvolk gaat alle begrip te boven. Het is een feit, dat arbeiders bevroren nitroglycerin op de smidse plaatsten om het te laten ontdooijen en dat anderen de blikken bus met een gloeienden bout dicht soldeerden als zij lek was geworden. Ja, enkele arbeiders dronken het zoetachtig en aromatisch smakende nitroglycerin (uit snoepzucht), ofschoon alle leerboeken en geschriften, die de wijze van gebruiken mededeelen, op de vergiftige eigenschappen er van opmerkzaam maken.

Dat dit middel evenwel bij voorzichtige en aan den aard evenredige behandeling geene buitengewone gevaren veroorzaakt, bewijst het feit, dat tot heden nog geene belangrijke ontploffingen in de werkplaatsen van NOBEL hebben plaats gehad of bekend zijn geworden. Het groote aantal dagelijks voorkomende kleine ongelukken door het mijn-buskruid veroorzaakt zal wel gelijken tred houden met die door de springolie ontstaan.

Op het verbod van invoer van het nitroglycerin in Zweden, België en Engeland antwoordde NOBEL door de uitvinding van zijne onontploffbare springolie, die hij door toevoeging van 25 proc. watervrije houtgeest verkregen had. In deze oplossing kan op geenerlei wijze het nitroglycerin tot eene ontploffing gebragt worden, door toevoeging van water scheidt het zich in onveranderden toestand af, dit moet dus onmiddellijk voor de aanwending geschieden. Er blijft evenwel de kans over, dat de dampen van sterken houtgeest zeer ligt ontvlammen. Een

toeval bragt NOBEL op een nog praktischer en werkzamer middel. Zijne fabriek te Harburg ligt niet ver van de plek op de Luneburger heide verwijderd, waar men eene eigenaardige infusoriënhoudende aardlaag vindt. Hij gebruikte deze buitengewoon ligte en losse aarde om de ruimte tusschen de blikken flesschen met springolie in de kisten aan te vullen, waardoor hij ze voor elken hevigen stoot vrijwaarde. Het is niet mogelijk het lekken der flesschen te vermijden, daar de sporen zuur, die het nitroglycerin nog aankleven, het roesten van het blik zeer bevorderen. Zuivere springolie is zelfs in staat zich met der tijd te ontleden en gassen te ontwikkelen, die op de massa drukken en het lekken bevorderen. Waarschijnlijk vond NOBEL, dat de met springolie doortrokken aarde zelfs door een krachtigen slag niet ontplofte, wat door de eigenaardige elasticiteit van deze aarde te verklaren is. Wordt deze met een slaghoedlont ontstoken, dan ontwikkelt zij eene kracht, die in verhouding staat met de hoeveelheid nitroglycerin daarin aanwezig. Deze nieuwe bereiding werd zeer passend *Dynamiet* genaamd. Dagelijks breidt zich het gebruik er van bij berg- en mijnwerken, tunnels enz. uit, en sedert de invoering er van heeft men van geene groote ongelukken gehoord. Voor de behoefte van Californië is in den laatsten tijd eene fabriek te San Francisco opgericht, die reeds in den eersten tijd van haar bestaan dagelijks 50 kilo moest afleveren.

Wat de bereiding van het nitroglycerin betreft, men rekent op een deel geconcentreerd glycerin van 30° Beaumé, 6½ deel van een mengsel van een deel van het sterkste salpeterzuur (50° Beaumé) en twee deelen sterk Engelsch zwavelzuur. De hoofdmoeijelijkheid bestaat in het koelhouden van de vloeistof, omdat bij de zeer gemakkelijk intredende temperatuursverhooging tot 30° C. de inwerking van het salpeterzuur uiterst hevig wordt, en zich groote hoeveelheden salpetrig zuur ontwikkelen en men andere ontledingsproducten, b. v. oxal-zuur, maar geen nitroglycerin verkrijgt. De bereidingswijze van NOBEL is in hare onderdeelen niet bekend geworden. Prof. KOPP geeft aan, dat men steenen potten met omstreeks 7 pond van het zure mengsel in een bak met koud water plaatse, en dan het glycerin zeer langzaam in deze potten late vloeijen. De afkoeling schijnt echter niet voldoende te zijn. Volgens MOWBRAY moet men het vat met het zuur in een verkoelend mengsel van ijs en keukenzout plaatsen, en bewerkt men door het in de vloeistof leiden van een kouden luchtstroom een krachtig omroeren van de vloeistof. Hierdoor komt deze en alle deelen met de koude

wanden van het vat in aanraking, en gelijktijdig wordt het zich vormende salpेत्रig zuur verwijderd, dat misschien ook tot die hevige en stormachtige ontleding het hare bijdraagt. In het klein kan men het ook bereiden door gelijktijdig het zure mengsel en het glycerin in eene met ijskoud water omgeven koelbuis te laten vloeijen, het gevormde nitroglycerin wordt dan aan het einde der buis in een beker-glas met koud water opgevangen. Het schijnt, dat NOBEL, natuurlijk met eenige wijzigingen, zijn product in het groot op gelijke wijze bereidde. Giet men nitroglycerin in eene groote hoeveelheid koud water, dan zinkt het als eene zware geelachtige olie naar den bodem. Door herhaald afwasschen in water zuivert men het nitroglycerin van het aanhechtende zuur en laat het dan door rustig afzetten helder worden.

NOBEL geeft nog het volgende voorschrift tot de bereiding van het zure mengsel, men overgiete een deel fijn gepulveriseerde salpeterzure kali met $3\frac{1}{2}$ deel geconcentreerd zwavelzuur, en late de gevormde vier-voudig zwavelzure kali er uit kristalliseren, de overblijvende vlocistof dient dan tot de bereiding van het nitroglycerin.

Het nitroglycerin is veel zwaarder dan water (1,6 sp. gew.) zonder reuk en eenen zoetachtig aromatieken smaak. Het bezit vergiftige eigenschappen, zoodat een druppel er van op de tong gebragt hevige hoofdpijn doet ontstaan, die echter na eenigen tijd wederom verdwijnt. Grootere giften zouden dus zeker gevaarlijk kunnen worden. Het schijnt, dat ook de damp en aanraking bij het verwerken op de huid gelijke verschijnselen te weeg brengt, ofschoon het organisme zich spoedig daaraan gewent.

Zeer eigenaardig is vooral de verhouding van het nitroglycerin tegenover de warmte. Het kan zonder te ontploffen voorzigtig tot koken verhit worden, door eenen brandenden spaander aangestoken, brandt het kalm voort. Eerst bij eene plotselinge verhitting (die in minder dan $\frac{1}{6}$ seconde plaats heeft) tot op 180° C. treedt eene vreeselijk hevige ontploffing op. Een enkele druppel op een aambeeld verspreid ontploft door een hamerslag en geeft een knal, die krachtiger dan een pistoolschot is. De onmiddellijk aangeraakte deelen alleen gaan daarbij tot ontleding over, zoodat nog meerdere ontploffingen met dezelfde hoeveelheid kunnen plaats grijpen.

Wat de samenstelling er van betreft, zoo beschouwt men het nitroglycerin als glycerin ($C_6 H_8 O_6$) minus 3 acq. water ($- 3 HO$) plus

3 aeq. salpeterzuur (+ 3 NO 5) of als drievoudige salpeterzure glycerin-aether. Het glycerin in het rundervet heeft eene gelijke zamenstelling, alleen met dat verschil, dat daarin stearinzuur in plaats van salpeterzuur voorhanden is. Door koking met alcaliën ontleden zij beiden op gelijke wijze; het stearin vervalt in glycerin en stearinzuuralcali (zeep) en het nitroglycerin in glycerin en salpeterzuur zout. Men heeft het tot nu toe niet gewaagd de ontledingsproducten bij het ontploffen gevormd op te vangen. Men kan aannemen, dat er koolzuur, waterdamp, stikstof en een weinig stikstof-oxyd gevormd worden. Eene waarschijnlijke formule voor de ontleding zoude aldus luiden: een kubiek centimeter nitroglycerin zoude 469 k. c. koolzuur, 236 k. c. stikstof, 39 k. c. zuurstof en 554 k. c. waterdamp, te zamen 1298 kubiek centimeters gas vormen. Men schat de temperatuur bij de verbranding op minstens het dubbele van die van het buskruid en berekent daaruit, dat de werking van het nitroglycerin op het twaalf en dertienvoudige van een gelijk volumen buskruid kan geschat worden, wat door de resultaten in de praktijk ook bevestigd wordt. Naar het gewigt gerekend werkt het nitroglycerin omtrent acht maal sterker dan buskruid, dit hangt af van het mindere volumen van het buskruid. Nu koopt men evenwel een pond buskruid voor omtrent 25 cents en een pond nitroglycerin voor f 2,10; dus is het eerste goedkooper dan het tweede.

Het dagelijks meer en meer erkende voordeel van het nitroglycerin is daarin gelegen, dat men met een minder aantal en naauwere boorgaten hetzelfde resultaat verkrijgt, en juist het maken der boorgaten is zeer kostbaar en tijdroovend. De arbeiders drukken dit zeer juist door het volgende gezegde uit: Zij zouden nog het nitroglycerin de voorkeur geven, al kregen zij het buskruid voor niet. Het werkt verder ook door deszelfs oogenblikkelijke ontploffing in een los en gescheurd gesteente, waarin de zich langzamer ontwikkelende gassen van het buskruid om zoo te zeggen werkeloos in de scheuren en reten verdwijnen. Men moet hier evenwel digte patronen of dynamiet gebruiken, opdat de vloeistof niet in de scheuren wegvloeijen en bij latere boringen onverwacht door de bijtelslagen ontploffen kan. Dit is een gevaar, dat men vooral niet over het hoofd mag zien; het zij dus regel, dat men bij een niet goed afgegaan schot het nieuwe boorgat op grooten afstand bore. Nitroglycerin kan ook in natte boorgaten of zelfs onder water met vrucht gebezigd worden. Men heeft rotsen in rivierbeddingen laten springen, doordien men het in het onder water aangelegde boorgat

door eenen blikken trechter met eene lange buis liet vloeijen en het slaghoedje met de zekerheidslont tot in het nitroglycerin schoof. In horizontale of naar boven gerigte boorgaten moet het in geslotene blikken patronen gebragt worden. Men kan, waar de ligging of rigting van het boorgat zulks veroorlooft, los zand als prop gebruiken, zelfs zonder prop is de werking er niets minder om. De ontploffing is zoo plotselijk, dat aan de lucht geen tijd tot wijken overblijft. Zelfs geheel vrij liggende ladingen werken vernietigend op de onderlaag. Men heeft het nitroglycerin ook bij steen- of klipzoutmijnen, b. v. te Staszfurt, aanbevolen, vooral wijl het geene onreinheden achterlaat, doch het gevaar, dat iets daarvan ontleed achterblijft, weegt tegen een weinig vuil niet op.

Bij de artillerie is het nitroglycerin tot nu toe nog zeer weinig in gebruik gekomen. Men heeft er bommen en granaten mede gevuld, die echter bij de proefnemingen in de Oostenrijksche oorlogshaven Pola meestal reeds in den loop van het stuk sprongen en de manschappen verwondden. Ook tot signaal-vuurpijlen is het gebruikt geworden. Wordt in den kop van een vuurpijl omtrent 80 gram nitroglycerin gedaan, die in eene blikken bus ingesloten en door de sas van den vuurpijl omgeven is, dan zal het, als de vuurpijl zijn hoogsten stand heeft bereikt, met een hevigen slag ontploffen, die op meer dan een mijl (Duitsche) afstands gehoord wordt. Werpt men eene nitroglycerin bevattende en van eene lont voorziene flesch, na eerst de lont ontstoken te hebben, in een vijver, dan zal op het oogenblik van de ontploffing eene prachtige waterkolom hoog in de lucht gedreven worden. De in het water zich bevindende visschen drijven geheel verdoofd op de oppervlakte rond en kunnen gemakkelijk verzameld worden. Vischdieven zullen evenwel deze soort van vischvangst, als iets te luidruchtig, niet in praktijk brengen.

De hoeveelheid tot nu toe reeds door de nijverheid verbruikte nitroglycerin is volgens de opgave van NOBEL nog al van belang, ten minste in zooverre het den verkoop uit zijne fabriek in Zweden betreft. In 1865 verkocht hij 16 129 kilo, 1866 24 390 kilo, 1867 38 260 kilo, 1868 64 293 kilo, te zamen dus 143 069 kilo, die, wat de uitwerking betreft, met 1,5 millioen kilo buskruid kunnen worden gelijk gesteld. In vier jaren werd het verbruik verviervoudigd. In Noord-Wallis zijn twee leigroeven, die 9000 kilo voor eene waarde van 20 000 thaler verbruiken. Sedert de ontdekking van het schiet-

katoen is er van dit niet zooveel gebruikt als de hoeveelheid nitroglycerin, die in een half jaar door de nijverheid gebruikt wordt.

Het zuivere nitroglycerin heeft intusschen zijne rol nu reeds uitgespeeld en aan de dynamiet moeten afstaan. Om dit te bereiden, drenkt men de reeds aangehaalde aardsoort met de drievoudige gewichtshoeveelheid nitroglycerin. Men verkrijgt dan eene geelachtige brokkelige deegachtige massa, die veel op deeg van peperkoek gelijk, en tot het gebruik in perkamentpapieren patronen gevuld wordt. Deze bereiding werkt niet veel zwakker dan het nitroglycerin, omdat de deegachtige zachte massa veel beter de boorgaten vult. NOBEL vertoonde aan de British Association een gesmeed ijzeren staaf van 26 mm. diameter, die door slechts 120 gram dynamiet in stukken geslagen was. Rekent men het weerstandsvermogen van het ijzer voor elke centim. diameter maar op 200 kilo, dan beantwoordt de werking aan eene belasting van 24000 kilo. Dit zij voldoende om de buitengewone werking van de dynamiet aan te toonen. Daarbij komt, dat door de vermenging met die aardsoort eene bepaald niet gevaarlijke stof gevormd wordt. Men kan eene met dynamiet gevulde patroon in de hand houden onder het afbranden, men kan het pondsgewijs in het vuur werpen, zonder dat eene ontploffing volgt. Toen men eene daarmede gevulden metalen patroon door middel van eene sterk geladene windbuks met eene snelheid van 40 meters in de seconde tegen een rotswand schoot, volgde eene ontploffing. Toen ten gevolge van zwaardere patronen de snelheid maar eenigszins verminderde, ontploften zij niet meer, maar werden geheel plat gedrukt teruggevonden. Zelfs de slaghoedlont werkt slechts zoolang als het nitroglycerin in de dynamiet vloeibaar en niet verstijfd is. Gedurende een strengen winter moeten de arbeiders de patronen op het lijf dragen, wat zij zonder eenig gevaar kunnen doen, als geen lont er aan bevestigd is. Sedert een jaar van Augustus 1868 tot Augustus 1869 zijn reeds over de 50 000 kilo dynamiet verkocht, dat tegen 2 thaler de kilo de aanmerkelijke som van 100 000 thaler bedraagt. Verscheiden spoorwegondernemers verklaren, dat zij door dynamiet te gebruiken 25 % aan kosten en tijd uitwinnen.

De scheikunde vervolgt haren eens ingeslagen weg en waagt zich nog verder. De chloorstikstof, dat gevreesde ligchaam, waardoor het leven en gezondheid van reeds menig scheikundige op het spel werd gezet, is weder op het tooneel getreden. SAINT-CLAIRE DEVILLE, HAUTEFEUILLE te

Parijs en ABEL in Engeland hebben met verscheidene grammen gearbeid, terwijl men het vroeger met eenige gedeelten van een gram slechts durfde wagen. Zij hebben uit het verlies aan warmte bij de bereiding berekend, dat de bij de ontleding vrij wordende warmte voldoende was om de drukking van de ontledingsproducten tot op 3500 atmosferen te doen stijgen.

Zij vonden ook, dat de hevigheid der ontploffing afhankelijk was van eene schijnbaar nietige omstandigheid. Volmaakt drooge chloorstikstof doet het horologieglas, waarop zij ligt, slechts in drie of vier stukken springen, terwijl het tot stof vermorseld wordt als op de chloorstikstof slechts een naauwelijks waarneembaar laagje water aanwezig is.

Ofschoon deze niet tot de ontploffende zelfstandigheden behooren, wil ik ten slotte nog op die middelen tot vernieling en brandstichting van vroegeren en lateren tijd wijzen, die op en zelfs onder water zouden kunnen branden, en reeds bij de ouden onder den naam van *Grieksch vuur* bekend waren.

In den Amerikaanschen oorlog werd zulk een vloeibaar vuur onder den naam van *Fenian vuur* gebruikt. Het bestond uit eene oplossing van phosphor in zwavelkoolstof; deze kan volgens VOGEL het 18voudige van zijn gewigt phosphor oplossen. Is de uiterst vlugtige zwavelkoolstof door de verspreiding in de lucht vervlogen, dan blijft de phosphor in zulk een fijn verdeelden toestand terug, dat deze door de zuurstof der lucht van zelf ontvlamt. Eveneens verhouden zich de oplossingen van phosphor in zwavelchloruur en in de vloeibare koolwaterstoffen, zonder echter dien grooten graad van zelfontbranding te bezitten als de phosphor-zwavelkoolstof. Mengt men zwavelchloruur met phosphorhoudende zwavelkoolstof, dan verkrijgt men eene geel gekleurde vloeistof, die in gesloten flesschen zonder gevaar kan bewaard worden, aan de lucht blootgesteld sterk rookt, maar niet van zelf ontbrandt. Wordt evenwel een weinig vloeibare ammonia er bij gevoegd, dan ontbrandt de vloeistof onder het uitstooten van groote vlammen en digte roode dampen, die uit zwavelig zuur, zoutzuur, salmiak, onontleed zwavelchloruur, zwaveldampen, geel tot rood gekleurde dampen en gassen van zwavelstikstof, benevens verschillende dubbelverbindingen van zwavelchloruur met zwavelstikstof en zeker ook uit phosphor en phosphorzuur bestaan. Twee of drie kubiek centimeters van deze gevaarlijke vloeistof, door NICKLÈS *feu lorrain* genaamd, zijn reeds vol-

doende om bij de ontbranding een vlammenstraal van een meter hoogte te verkrijgen.

Eene nog veel heviger zelfontbranding heeft plaats als men een weinig ammoniak bij phosphorchloruur voegt. In plaats van ammoniak kan men ook zwavelammonium gebruiken. In beide gevallen is het de door de toevoeging van den ammoniak ontwikkelde warmte, die de ontbranding van den phosphor en later van den zwavel veroorzaakt.

Een ander zelfontbrandend vloeibaar mengsel zonder phosphor berust op de bekende scheikundige reactien van het salpeterzuur op terpen-tijnolie.

Eene minder gevaarlijke bereiding heeft NIEPCE DE ST. VICTOR bekend gemaakt. In eene flesch met benzin of benzin met petroleum of met zwavelkoolstof gemengd, worden eenige stukjes kalium gedaan. Wordt nu de flesch op het water geplaatst en stuk geslagen, dan ontvlamt het kalium bij de aanraking met het water, en ontsteekt de benzine, die zich op het watervlak heeft verspreid.

Deze bereiding, het zoogenaamde *Benzinvuur*, geeft ons meer bepaald het Grieksche vuur terug, want zoowel het Fenian- als het Lorrain-vuur verliezen hunne zelfontbrandbaarheid als zij met het water in aanraking komen.
