

Vullen met Perslucht of CO₂

Dit artikel is enkel bedoeld als een leidraad voor het gebruik van gecompriemde lucht. Het is echter niet bedoeld om geldende wettelijke regels of handleidingen te vervangen. Bovendien is het geen vervanging voor de handleiding van fabrikanten en hun producten. TSA en Schutterssupport aanvaarden geen enkele verantwoordelijkheid voor welke schade, gevolgschade, verwondingen of dood aan materiaal of personen door gebruik of misbruik van de volgende informatie.

Ademlucht (vroeger perslucht) is samengeperste zuivere lucht, geschikt voor gebruik in een ademluchttoestel. Het wordt gebruikt door onder andere duikers en de brandweer.

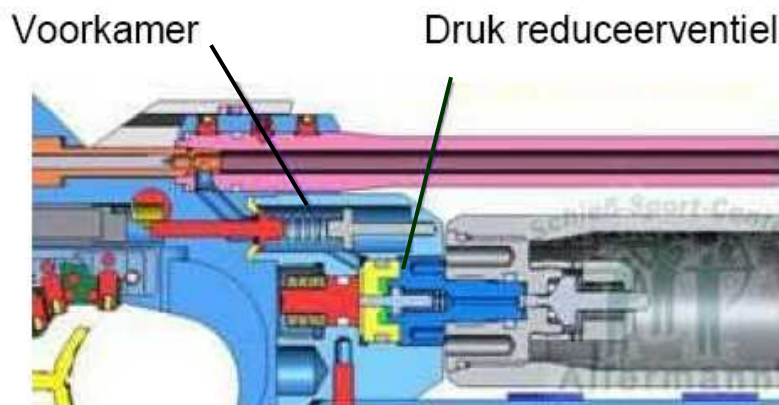
De benamingen perslucht en ademlucht werden vroeger door elkaar gebruikt. Om verwarring te voorkomen hebben ze nu allebei hun eigen betekenis. Ademlucht is dus een samengeperste zuivere lucht, geschikt voor gebruik in een ademluchttoestel. Als ademlucht wordt het mengsel bedoeld dat beschreven staat onder "Breathing gas" in de Europese normering (EN-norm), vb EN 14153-1:2002 / 3.5. Perslucht is een samengeperste mogelijk onzuivere lucht en wordt onder andere gebruikt om onderdelen mee schoon te blazen, banden mee op te pompen, motoren mee aan te drijven, enz. Ademlucht bevat 21% zuurstof, 78% stikstof en 1% overige gassen, waaronder argon en koolstofdioxide.

Luchtgeweren die voorgecomprimeerde lucht gebruiken zijn momenteel de meest populaire van alle types. Voor verenigingen, junioren en senioren die zich bezighouden met het 3-Houdingen programma, is voorgecomprimeerde lucht het enige alternatief omdat het gebruik van geweren met zij- of onderspanners een grote handicap oplevert. Behalve de geweren moeten schutters, verenigingen of trainer/coaches ook de middelen aanschaffen om de luchtcilinders van de geweren te kunnen vullen, iets waar niet altijd vooraf over nagedacht wordt.

Moderne luchtgeweren gebruiken een werkdruk, die gebruikt wordt om het kogeltje af te schieten, van 50 tot 55 bar. Deze luchtdruk wordt geleverd door lucht die onder een hoge druk van 200 bar is samengeperst in een luchtcilinder die onder de loop is geplaatst. De 200 bar in deze luchtcilinder wordt door middel van een reduceerventiel of luchtdruk regelklep gereduceerd naar de 55 bar werkdruk. De meeste luchtcilinders zijn aan de voorzijde voorzien van een ingebouwde manometer die de heersende druk in de luchtcilinder meet. Deze manometers hebben een schaalverdeling in drie kleuren: geel, groen en rood. Het gele vlak geeft aan dat de druk in de luchtcilinder te laag is, het groene vlak geeft aan dat de luchtdruk voldoende is en het rode vlak geeft aan dat de luchtdruk te hoog is. Je kunt schoten afvuren zolang de meter in het groene gebied staat. Komt de meter in het gele gebied dan ontstaan er afzwaaiers en zal het trefpunt steeds verder dalen. De persluchtcilinder kan steeds, ook zonder dat deze geheel is leeggeschoten, gewisseld en weer bijgevuld worden. Voor de te gebruiken lucht moet bij voorkeur DIN 3188 (ademlucht) gebruikt worden, omdat deze lucht minder verontreinigingen bevat.



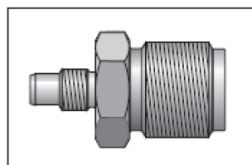
Een luchtcilinder met aan de voorzijde de manometer die de inwendige luchtdruk aangeeft.: rood = te hoge druk, groen = voldoende druk, geel = te weinig druk.



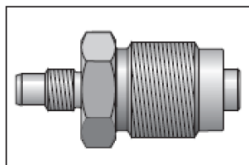
Bij alle nieuwe luchtgeweren wordt standaard een Europese DIN-vulnippel meegeleverd. De ene kant van die nippel heeft uitwendig schroefdraad dat overeenkomt met het gestandariseerde inwendige schroefdraad van de luchtfles, de andere kant heeft altijd schroefdraad dat gestandariseerd is: 1/8" BSP cilindrische schroefdraad. Het schroefdraad in de luchtcilinder kan per merk geweer verschillen. Bij de een is de nippel een 'mannelijke' zoals bij Steyr en bij de ander is de nippel een 'vrouwelijke' zoals bij FWB en bij Hammerli.



Adapters: vrouwtje(links) en mannetje (rechts). Het schroefdraad met grote diameter past in de luchtfles of handpomp, het schroefdraad met kleine diameter in de luchtcilinder.



Vuladapter 200 bar



Vuladapter 300 bar

Er bestaat meer dan één soort DIN adapter met schroefdraad. De 200 bar (3000 psi) en 300bar (4300 psi) DIN fittingen hebben hetzelfde schroefdraad profiel (vorm, diameter en spoed), maar je kunt een 200 bar mannetjes Din fitting niet in een 300 bar vrouwtjes DIN fitting laten afdichten omdat de lengtes verschillen. Dit is opzettelijk om veiligheidsredenen gedaan om te voorkomen dat een 200 bar systeem gevuld kan worden met de veel hogere druk van 300 bar. Anschutz en Walther maken hun schroefdraadlengte volgens het 300 bar systeem, hoewel ze werken op 200 bar. De huidige Walther LG300 (luchtgeweer) en LP300 (luchtpistool) zijn zelfs ontworpen en goedgekeurd om met 300 bar te kunnen werken, maar ze werken net zo goed met 200 bar luchtdruk.

Siliconenvet

De grendel van het luchtgeweer is voorzien van rubberen of kunststof afdichtingen waaronder rubberen O-ringen. De grendel en de O-ring kun je het beste smeren met siliconenvet.

Siliconenvet is verkrijgbaar in tubes en potjes. Het is te krijgen bij bouwmarkten onder de noemer “kranenvet” en bij duikshops. Het is ideaal om rubberen en kunststof onderdelen te smeren (bijv. O-ringen of nylon tandwielletjes).

Siliconenspray is een hele dunne vervanger.

De reden dat wij siliconenvet gebruiken is omdat dat geen oliehoudend produkt is. De combinatie van samengedrukte ademlucht en oliehoudende produkten is namelijk nogal explosief. Duikers gebruiken het daarom voor onderhoud van hun materiaal. Het siliconenvet tast de rubber ringen niet aan, net als bij de duikers, maar heeft daarnaast een afdichtende werking. Een andere reden om siliconenvet te gebruiken is omdat het zuurvrij is. Je smeert vet op rubber afdekkingen, en als het vet zuurhoudend is tast dat het rubber aan. Maar *pas op!* zuurvrije vaseline is echter een oliehoudend produkt, dus ongeschikt voor je geweer en luchtcilinder.

Wanneer je het siliconenvet aanbrengt, (bijvoorbeeld op de ‘grendel’ van het luchtgeweer of op een O-ring, moet je er voor zorgen dat er maar heel weinig vet op de O-ring achterblijft. Komt er veel vet op dan wordt het vet in de groef onder de O-ring samengeperst en wordt de O-ring bij het afgaan van het schot uit de groef geblazen, met alle gevolgen van dien.

Meerdere methodes om luchtcilinders te vullen

Er zijn meerdere methodes voor het vullen van luchtcilinders. Eén is de speciaal voor dit doel ontworpen handpomp, een andere is vullen via een SCUBA luchtfles of compressor. SCUBA staat voor: Self Contained Underwater Breating Apparatus; het beademingssysteem met luchtflessen dat duikers onderwater gebruiken.

De handpomp geeft de gebruiker een ultieme onafhankelijkheid, je kunt de luchtcilinder op ieder moment en iedere plaats met de hand vullen, maar de luchtfles is veel praktischer. Luchtflessen zijn ontworpen voor een luchtdruk van 200 bar (3000 psi) en kan je tegen weinig kosten laten vullen bij bijvoorbeeld een duikschool, duikbedrijf of brandweer. Het nadeel van luchtflessen is dat je eerst een goedgekeurde fles moet aanschaffen, hem regelmatig moet laten vullen en elke vijf jaar de luchtfles opnieuw door een wettelijk erkende instantie als Stoomwezen gekeurd moet worden, wat ook een bepaald bedrag kost. Er zijn bovendien regels verbonden aan het gebruik en het (laten) vullen van deze flessen.

De persluchtfles



De druk van de samengeperste lucht in een persluchtflles is 200 bar (3000 psi) en heeft een enorm energetisch potentieel. De luchtflles is in feite een hogedrukvat en de totale kinetische energie die een gemiddelde luchtflles gebruikt is ruim 200.000 Newtonmeter (1.3 miljoen foot-pounds). Vanwege het gevaar dat bij het gebruik van deze hogedruk vaten op de loer ligt, zijn er van rechtswege strenge wettelijke eisen en regels van kracht.

De persluchtcilinders mogen niet aan een temperatuur boven de +50° Celsius blootgesteld worden. Persluchtcilinders die niet luchtdicht of beschadigd zijn kunnen zonder gevaar geledigd worden en mogen daarna niet meer gebruikt en/of gevuld worden.

Na 10 jaar gerekend vanaf de productiedatum dient de persluchtcilinder door de fabrikant gecontroleerd worden. De fabricagedatum staat op de cilinder vermeld; op het gedeelte direct bij de vulopening. Het vullen van persluchtcilinders dient te voldoen aan de Technische Regels voor Drijfgassen (TRG). De maximaal toegestane vuldruk dient nimmer overschreden te worden. Bij het navullen dienen de plaatselijke verordeningen van het betreffende land in acht genomen te worden. Lekkende en overige gevaarlijke / defecte cilinders mogen niet gevuld worden en kunnen zonder gevaar geledigd worden.

Veiligheid moet altijd voorop staan. Er zijn gevallen bekend waarbij men een luchtflles liet omvallen waardoor de afsluiter afbrak en de resulterende stroom van hogedruk lucht de luchtflles in een projectiel liet veranderen, waarbij de flles zich dwars door een betonnen wand heen boorde. Daarom moeten de volgende regels in acht genomen worden.

- SCUBA luchtfllessen moeten stevig verankerd worden als ze in een voertuig worden vervoerd, zodat beschadiging van de afsluiter, krassen, indeuken of van de flleswand voorkomen wordt als het voertuig plotseling moet stoppen.
- De fllessen moeten op de gebruikersplaats eveneens stevig verankerd worden zodat ze niet kunnen omvallen of omgestoten worden, daarbij beschadigingen veroorzakend aan de flles en/of de voeten van omstanders.
- Er bestaat explosie gevaar wanneer gebruikelijke oliën of oplosmiddelen voor geweren worden toegepast. De gebruikers moeten gewaarschuwd worden voor het gebruik in de directe omgeving van de verbindingen als afsluiters, schroefdraadverbindingen en de te vullen luchtcilinder. De duikindustrie gebruikt enkel siliconenvet.
- Soms wordt bij het vullen gevraagd de luchtflles met een hogere druk te vullen omdat hij toch niet voor ademlucht gebruikt wordt en zodoende langer lucht levert. Dit is wettelijk niet toegestaan en wordt in vele landen als een strafbaar feit gezien en op langere termijn tot schade aan de luchtflles kan leiden.

Vullen van luchtcilinders vanuit 1 persluchtflles

Wanneer je de luchtcilinder van een geweer vult middels een luchtflles, doe je eigenlijk niets anders dan het op gelijk niveau brengen van de luchtdruk in beide vaten. Dat betekent dat als de druk in de luchtflles 207 bar en in de luchtcilinder 1 bar is, de luchtdruk na nivellering in beide 206 bar (circa 2989 psi) is. De volgende keer dat je de luchtcilinder hebt leeggeschoten en hem weer op de luchtflles aansluit, zal de totale luchtdruk in beide vaten circa 205 bar (2979 psi) zijn en zal je een iets kleiner aantal schoten met de cilinder kunnen afvuren. Zo gaat dat door, ieder keer als je de cilinder opnieuw vult. Het is mogelijk dat je met een half of voor tweederde lege persluchtflles nog steeds genoeg luchtdruk hebt om een volle wedstrijd te schieten. Hoeveel volle cilinders je uit een vulling van je luchtflles kunt halen hangt echter van meerdere factoren af, zoals de hoeveelheid lucht die het geweer per schot nodig heeft verbruikt, en het kaliber van het geweer.

- 1 Controleer eerst of de afdichtingen en het schroefdraad van de verbindingen schoon en onbeschadigd zijn.
- 2 Schroef de adapter op de persluchtflles.
- 3 Schroef de luchtcilinder op de adapter en *handvast* aandraaien.
- 4 Draai de hoofdafsluiter van de persluchtflles voor circa vijf seconden geheel open en daarna weer dicht.
- 5 De cilinder is nu gevuld en kun je hem van de adapter schroeven.
- 6 Schroef de adapter van de persluchtflles.

Vullen van luchtcilinders vanuit 2 persluchtfllessen: cascade vulling

Wanneer je een luchtflles voor het vullen van de luchtcilinder gebruikt, daalt per vulling de maximale druk en daarmee het totale volume aan lucht (en dus ook het aantal af te geven schoten) steeds verder tot er in de luchtflles niet meer genoeg druk

aanwezig is om het luchtregelventiel in het geweer correct te kunnen openen en sluiten. Na een aantal vullingen zal er niet meer genoeg lucht over zijn om een volle wedstrijdserie te kunnen verschieten.

Veel verenigingen en teams maken gebruik van twee luchtflessen ofwel: cascade vulling. Dit systeem zorgt voor een optimaal bereiken van de maximale druk in de luchtflessen terwijl de flessen niet zo vaak gevuld hoeven te worden. Het cascade systeem maakt gebruik van twee luchtflessen. Fles nummer 1 gebruik je voor het vullen van de leeg geschoten luchtcilinder. Deze fles heeft altijd de lagere druk van de twee flessen en dient als 'volume' vulling en je hoeft je niet druk te maken over de druk die hierbij wordt bereikt. Fles nummer 2 gebruik je uitsluitend om na het vullen de luchtcilinder op maximale druk te brengen. Daarvoor is heel weinig volume maar wel een hoge druk nodig. Dit is dan ook altijd de fles met de hoogste druk.

Wanneer luchtfles nummer 1 leeg begint te raken laat je hem vullen en wordt hij luchtfles nummer 2: de fles voor het op druk brengen. De luchtfles die eerst fles nummer 2 was wordt nu fles nummer 1: de vulfles.

Door deze wijze van rotatie van luchtflessen heb je bij iedere vulling van de cilinder niet alleen een maximale vulling, maar ook altijd de maximale druk en dus het maximaal aantal schoten tot je beschikking.

Algemene veiligheidsregels voor het vullen van luchtcilinders

De meeste fabrikanten gebruiken 200 bar als werkdruk in de luchtcilinders. Sommige fabrikanten, zoals Walther, bieden de mogelijkheid om zelfs 300 bar te gebruiken; de luchtcilinders zijn hiervoor goedgekeurd. Met 200 bar is het in de meeste gevallen echter mogelijk om een dubbele wedstrijd, inclusief proefschoten, te verschieten.

In de duikwereld wordt aangeraden om duikflessen met een drukopbouw van maximaal 20-40 bar per minuut te vullen. En dat geldt voor luchtflessen met een veel grotere inhoud dan de luchtcilinders van onze geweren. Dezelfde regel moet daarom ook toegepast worden voor onze luchtcilinders. Dat houdt in dat een schutter die zijn cilinder tot circa 30% heeft leeg geschoten niet zijn cilinder op een tank moet schroeven en vervolgens ineens de afsluiter wijd open moet draaien waardoor de druk binnen 2 seconden van 100 naar 200 bar wordt verhoogd. De plotselinge luchtstroom en drukverhoging veroorzaakt veel hitte, die je aan de buitenzijde van de cilinder kunt voelen. Deze hitte leidt niet alleen tot een beschadiging en het weigeren van de rubber O-ringen maar ook tot het snel uitzetten en krimpen van de luchtcilinder, wat op de lange duur tot metaalmoeheid en dus scheuren of breken van de luchtcilinder kan leiden.

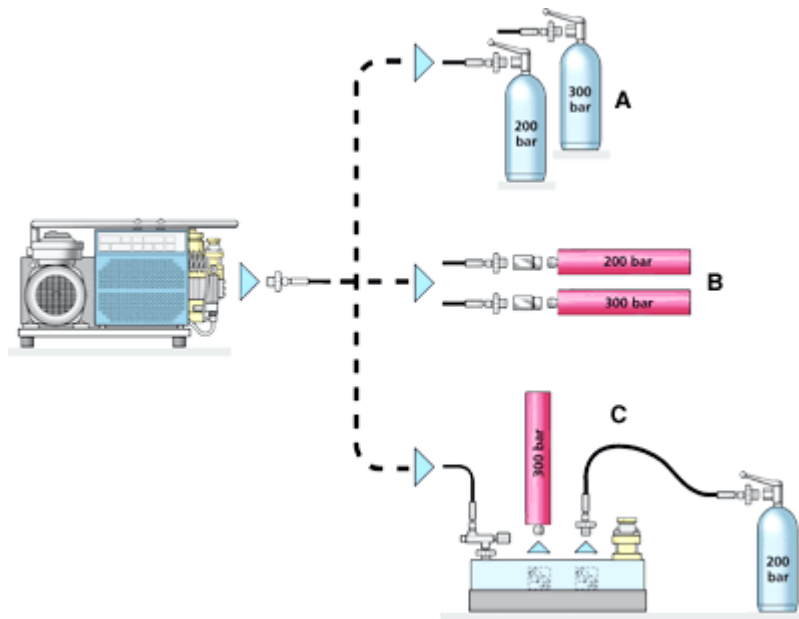
- Zorg er altijd voor dat de luchtcilinder in een veilige richting wijst wanneer hij op de luchtfles of luchtpomp geschroefd wordt of is. Bij een falen van de luchtfles, de schroefdraad verbinding, cilinder of adapter verandert de luchtcilinder in een dodelijk ongeleide projectiel!
- Controleer het schroefdraad van zowel de adapter als de luchtcilinder op vuil en beschadigingen voordat je de cilinder op de luchtfles schroeft.
- Als je de cilinder vult kan je beter niet direct in het verlengde van de cilinder naar de drukmeter aan het uiteinde van de luchtcilinder kijken. Het is al vaker voorgekomen dat de manometers plotseling van hun schroefdraad scheurden en als een granaat wegschoten!
- Sommige fabrikanten zoals Anschutz hebben in de luchtcilinder een klein ontluichtingsventiel gemaakt, dat geopend moet worden voordat de cilinder van de luchtfles geschroefd wordt. Schutters moeten er op letten dat ze nooit hun duim of vinger over deze opening houden omdat dit een embolie kan veroorzaken.



De luchtflessen moeten altijd stevig verankerd zijn.

Vullen van luchtcilinders met een compressor

Er bestaan tegenwoordig al compressoren die speciaal zijn ontworpen voor het vullen van luchtcilinders of luchtflessen voor luchtgeweren en -pistolen. De compressor (van de firma Bauer) kan een druk van ten minste 200 bar bereiken en kan op meerdere manieren een vulling verzorgen. De compressor is gecertificeerd volgens DIN EN ISO 9001.



Variatie A:

Een direct vulling van 200/300 bar luchtflessen via een vulslang.

Variatie B:

Directe vulling van 200/300 bar luchtcilinders via een vulslang en adapter.

Variatie C (extra):

Vullen van 200/300 bar luchtflessen of 200 bar luchtcilinders via een vulstation en vulbrug.

Vullen van luchtcilinders met 30l/min.

Sommige fabrikanten kunnen een afblaasschroef leveren die op de luchtcilinder geschroefd kan worden, waardoor de lucht gecontroleerd uit de cilinder geventileerd kan worden. Dit kan handig zijn als je het geweer (en cilinder) per vliegtuig moet vervoeren. Onder de huidige regelgeving mogen (lucht)cilinders alleen leeg vervoerd worden.



Een lucht-afblaas schroef voor een Feinwerkbau luchtcilinder.

Vullen van luchtcilinders met een handpomp

De handpompen lijken op de welbekende fietspomp. Het kan wat zwaar en vermoeiend zijn, maar als je je beperkt tot het bijvullen van de verbruikte lucht heb je circa 30 slagen nodig.



De handpomp



De drukmeter (manometer)

Hogedruk handpompen voor het vullen van de hogedruk luchtcilinders van luchtgeweren en luchtpistolen zijn al langere tijd verkrijgbaar. Als eerste was er de AxSOR met een matzwarte buitenkant en gefabriceerd in Zweden. Daarna kwam de FX Vari-pomp. Deze pompen worden soms door bedrijven als Gehmann onder een eigen naam doorverkocht.

De handpompen bezitten een vocht aftap en een ontluchttingsventiel die je moet gebruiken om te voorkomen dat er vocht in de de handpomp ophoopt en in luchtcilinder van het geweer terecht komt. Vocht in een hogedruk toestel van welk soort dan ook, leidt onherroepelijk tot corrosie (roest) dat op de lange duur tot een breuk van de pomp of luchtcilinder kan leiden.

De handpomp die je het meeste bij ISSF schutters zal aantreffen is de Hill-pomp, die in Engeland gemaakt wordt. Deze fabrikant verkoopt een extra accessoire dat op de pomp geschroefd kan worden: de Dry-Pack. Dit filter haalt bij het vullen niet alleen het vocht, maar ook vet en vuil uit de lucht voordat de lucht in de pomp gecompriëerd wordt. Het filter is gemakkelijk te vervangen wanneer het verstopt of vol dreigt te raken. Reserve afdichtingen en filters zijn ook goed verkrijgbaar. Er wordt geadviseerd de pomp regelmatig te reinigen en te smeren en hij is vanuit de fabriek voorzien van siliconenvet. Het vet wordt op de stang aangebracht waarna enkele halen gepompt wordt om het vet te verdelen. Gebruik nooit vet op basis van petroleum, want dit kan beschadiging van de zuigerafdichting en een spontane ontbranding van het vet tot gevolg hebben!

Maar zelfs zonder de Dry-Pack zal je weinig problemen ondervinden als je de volgende regels aanhoudt.

Bij aanschaf bestaat de set van een Hill pomp uit: een pomp met drukmeter, een voetplaat en bevestigingschroeven, een hendel met bevestigingschroeven, 300mm lange luchtslang en een 200bar DIN messing adapter.



Het Dry-Pack filter van de fikma Hill

Monteren van de pomp

Voor dat je de 200bar DIN adapter op de pomp monteert, controleer je eerst of de schroefdraad van de adapter schoon is en de afdichting geplaatst is. Schroef de adapter onder de drukmeter op de pomp en draai hem vast met een steeksleutel. Denk erom, niet té vast!

Bevestig de voetplaat aan de onderzijde van de pomp door middel van de korte inbus schroeven en de inbusleutel. De schroeven zijn verzonken en passen maar aan een zijde in de voetplaat.

Bevestig de hendel aan de bovenzijde van de stang met behulp van de lange inbus schroeven en de inbusleutel.



Aansluiten van de cilinder en vullen

Sluit de luchtcilinder aan op de messing adapter en zet hem met een sleutel voorzichtig vast. Opmerking: de adapter is voorzien van 1/8" NPT conische schroefdraad. Het hangt af van de schroefdraad op de luchtcilinder of je een verloopstuk tussen de adapter en de luchtcilinder moet plaatsen.

Het gekartelde messing ontluchttingsventiel moet gesloten worden door hem 'met de klok mee' te draaien. Let op: alleen handvast, dus geen sleutel o.i.d. gebruiken!

Je kunt nu de cilinder volpompen met lucht. Gebruik rustige lange slagen voor een efficiënt gebruik van je 'ellebogenstoom'. De drukmeter zal aan het begin van het vullen een snelle druk stijging laten zien die, naarmate je langer pompt, steeds langzamer zal oplopen totdat de druk in de pomp en de druk in de luchtcilinder op gelijk niveau komen. De drukmeter geeft op dit punt een indicatie van de resterende luchtdruk in de luchtcilinder. Blijf rustig doorgaan met pompen totdat de benodigde luchtdruk is bereikt, maar ga nooit hoger dan 200bar!

Als je pompt, doe dat dan in rustige lange slagen, want anders wordt pomp heet en krijg je last van overmatige condensatie van vocht in de pomp, en loop je kans dat de afdichting van de zuiger door de warmte beschadigd. Voel tijdens het pompen daarom regelmatig hoe warm de buitenzijde van de pomp aanvoelt. Doe het pompen in etappes van 50bar of 30 slagen en neem dan een korte pauze om de pomp en jezelf te laten afkoelen (dan loopt de temperatuur van de pomp en jezelf niet te hoog op!). De meeste luchtwapens gaan niet verder dan 200bar. Walther luchtgeweren kunnen tot 300bar; de pomp echter niet!

Wanneer je de benodigde luchtdruk in de luchtcilinder bereikt hebt (voor de meeste moderne luchtgeweren en –pistolen tussen 180 en 200 bar, zie hiervoor de handleiding) open je voorzichtig de condens aftap aan de onderzijde waardoor het vocht door de resterende lucht in de pomp onder hoge druk uit de cilinder van de pomp wordt gespoten. Je kunt ook eerst het afblaasventiel van de pomp openen om de lucht in pomp, die nog onder hoge druk staat, te laten ontsnappen. Een ingebouwde veiligheid die de uitstromende lucht reguleert zorgt er voor dat het ventiel zonder gevaar snel geopend kan worden. Daarna kan je de condens aftap openen en de verzamelde condens laten wegstromen. Schroef daarna de cilinder van de pomp.



Bij de meeste wapenfabrikanten wordt de klep in de luchtcilinder niet opgedrukt wanneer je de cilinder op de adapter schroeft (anschutz, Walter, Pardini enz.). Er zijn echter enkele merken waarbij dat wel gebeurt, zoals Steyr. Wanneer je na het vullen van de luchtcilinder de afblaasnippel op de pomp of adapter opent zal de cilinder in minder dan een halve seconde weer helemaal leeg zijn! Daarom moet je vóór het afblazen van de lucht in de pomp of adapter eerst de cilinder ½ tot ¾ omwenteling losdraaien (maar niet zover dat de lucht in de pomp/adapter ontsnapt) en dan de afblaasnippel openen. Draai je de cilinder te ver van de adapter dan blaast alle lucht in de pomp/adapter langs de cilinder afdichting waardoor die kan beschadigen.

Bij de cilinders waar de klep van de cilinder niet door de adapter wordt geopend kan je na het vullen van de cilinder direct de afblaasnippel op de pomp of adapter openen. Het enige nadeel is dat je iets boven de 200bar druk moet pompen om genoeg druk te genereren om bij een (bijna) gevulde cilinder de klep te openen.



Een handpomp is bovendien een handig hulpmiddel om de luchtcilinder op maximale druk te brengen als dat met een bijna lege luchtfles niet meer mogelijk is.

Kogelsnelheid en luchtdruk

De snelheid die een kogel bereikt kan je met de volgende formule berekenen.

$$V = P A t (g/m)$$

V = eindsnelheid in m/s

feet/second

P = gemiddelde luchtdruk in kg/m²

pounds/inch² (psi)

A = oppervlak van de doorsnede van de loop binnendiameter in m²

inch²

t = de tijd in secondes dat de lucht druk uitoefent

seconds

g = gravitatie kracht (zwaartekracht) g = 9.81 m/sec

32 feet/second

m = massa van de kogel in kilogrammen

pounds

Vullen van flessen en luchtcilinders in Amerika

Helaas passen onze luchtcilinders met Europese DIN fittingen niet eenvoudig op de Amerikaanse SCUBA flessen. De Amerikaanse flessen hebben namelijk een “K-valve”. Deze klep heeft de vorm van een vierkant blok met aan de zijkant een rubberen O-ring, waarover een “yoke” of A-vormige klem geschoven wordt en tegen de O-ring aangedrukt en vastgeklemd wordt. Alle systemen die een K-valve gebruiken zijn ontworpen voor 3000 psi (200 bar).



“K-valve”, geïnstalleerd op de luchtfles



A-vormige klem of “Yoke” met vul adapter



“K-valve” tezamen met de Yoke en adapter, geïnstalleerd op de luchtfles

Vullen van cilinders met CO₂ (koolzuurgas of kooldioxyde)

CO₂ is raar spul. Het wordt vloeibaar bij relatief lage druk of temperatuur. Bij -78.5 graden C (-110 graden F) neemt het zelfs een vaste vorm aan, ook wel bekend als “droog ijs”. Het is daarom een handig koelmiddel omdat het tot gas verdampst zodra het smelt.

Hoewel we er van uit gaan dat onze CO₂ geweren door gas aangedreven worden, hebben we meestal te maken met vloeibare CO₂. Bij kamertemperatuur en een druk van 46-55 bar (680-800psi) wordt het vloeibaar. Als je bij een constante temperatuur van 20 graden C de druk verhoogt boven 55 bar verhoogt wordt het vloeibaar, verlaag de druk en het wordt weer gasvormig.

Voor het vullen van een CO₂-cilinder heb je de volgende spullen nodig. Een (grote) CO₂-fles met een ‘vulstation’ bestaande meestal uit hoofdafsluiter, twee kogelafsluiters en een adapter. De adapter kan echter ook direct op de fles gemonteerd zijn. Hieronder zie je de afbeelding van een grote en een kleine CO₂-fles. De grote fles moet voorzien zijn van een syphon. Dit is een pijp die vanaf de bovenkant in de fles steekt en doorloopt tot vlak boven de bodem van de fles. Bevat de fles geen syphon-pijp, zoals vaak het geval is bij de kleinere flessen, dan moet de fles tijdens het vullen van de CO₂-cilinder op z'n kop gehouden worden zodat het CO₂-gas (boven in de gekantelde fles) de vloeibare CO₂ (onder in de gekantelde fles) in de cilinder perst. Vaak ontbreekt bij de kleinere flessen ook de kogelafsluiters voor het afblazen van de restgassen uit de cilinder of vulslang.



Hoofdafsluiter

Adapter voor cilinder
Kogelafsluiters #1 en #2



Bevat de CO₂ fles geen sifon, dan moet hij tijdens het vullen op zijn kop” gehouden worden.

Bevat het vulstation geen klep-indrukschroef, dan kan je stap 1 en 3 achterwege laten. De klepafdichting van de cilinder wordt dan automatisch opgedruwd zodra je de cilinder vast aandraait op de fles of het vulstation.

1 Weeg de lege CO₂-cilinder op een vis- of keukenweegschaal en zet de wijzer op nul.

2 Zorg ervoor dat de klep-indrukschroef van de adapter uitgeschroefd is zodat het niet de klepafdichting van de CO₂-cilinder opduwt als de cilinder op de CO₂-fles wordt geschroefd.

- 3 controleer de O-ring op de CO₂-cilinder voordat je deze op de adapter schroeft.
- 4 Draai de klep-indrukschroef naar binnen. Je moet dan kunnen horen en voelen hoe restgas vanuit de CO₂-cilinder in de slang of het vulstation stroomt.
- 5 Open langzaam kogelafsluiter #2 (de afsluiter die het verst van de hoofdafsluiter geplaatst is). Hierdoor wordt de resterende CO₂ in de atmosfeer geventileerd. Wacht tot je geen gas meer hoort stromen.
- 6 Wanneer je nog restgas in de CO₂-cilinder hebt zitten kan je de cilinder koelen terwijl je hem ontluicht. Je kunt dit doen door de cilinder (als hij aan een slang is bevestigd) afwisselend snel ondersteboven en terug te kantelen, terwijl je afsluiter #2 helemaal opent.
- 7 Als de cilinder niet lekker gekoeld is moet je hem op de volgende manier koelen:
 - stap 1 – sluit kogelafsluiter #2
 - stap 2 – open de hoofdafsluiter van de CO₂-fles
 - stap 3 – open kogelafsluiter #1 voor circa 2 tot 3 seconden en sluit hem dan weer.
Hierdoor stroomt een beetje CO₂-gas in de cilinder.
 - Stap 4 – ga terug naar punt 5 (hierboven).
- 8 Open de hoofdafsluiter – als deze niet al open staat.
- 9 Laat de CO₂-cilinder volstromen en sluit afsluiter #1 wanneer de cilinder vol is of circa 0.01kg minder als de maximale vulling heeft bereikt.
- 10 Sluit de hoofdafsluiter.
- 11 Draai de klep-indrukschroef terug totdat deze helemaal uitgedraaid is.
- 12 Open kogelafsluiter #2 om de resterende CO₂ in de slang naar de atmosfeer te ventileren.
- 13 Schroef ten slotte de gevulde CO₂-cilinder van de adapter en weeg de CO₂-cilinder om de vullingsgraad te bepalen.

Welke voorzorgsmaatregelen moet je nemen?

Probeer nooit een gedeeltelijk gevulde cilinder bij te vullen.

Houd de CO₂-fles altijd koel, weg van direct zonlicht, vuur, radiatoren enz. Laat op warme dagen de fles niet in de auto liggen. Hoewel CO₂-flessen een veiligheidsventiel behoren te hebben, is het geen goed idee om risico's te nemen.

Probeer niet de CO₂-fles te vullen boven zijn toegestane capaciteit. Weeg de cilinder altijd bij het vullen. Het vullen op gehoor" kan je beter aan de experts of dommen overlaten.

Verwijder of installeer nooit zelf de afsluiters etc. Te vast gedraaide fittingen kunnen gevaarlijk zijn omdat ze voldoende verzwakt kunnen raken zodat ze kunnen breken onder de breekspanning van het veiligheidsventiel.

Het CO₂-diagram

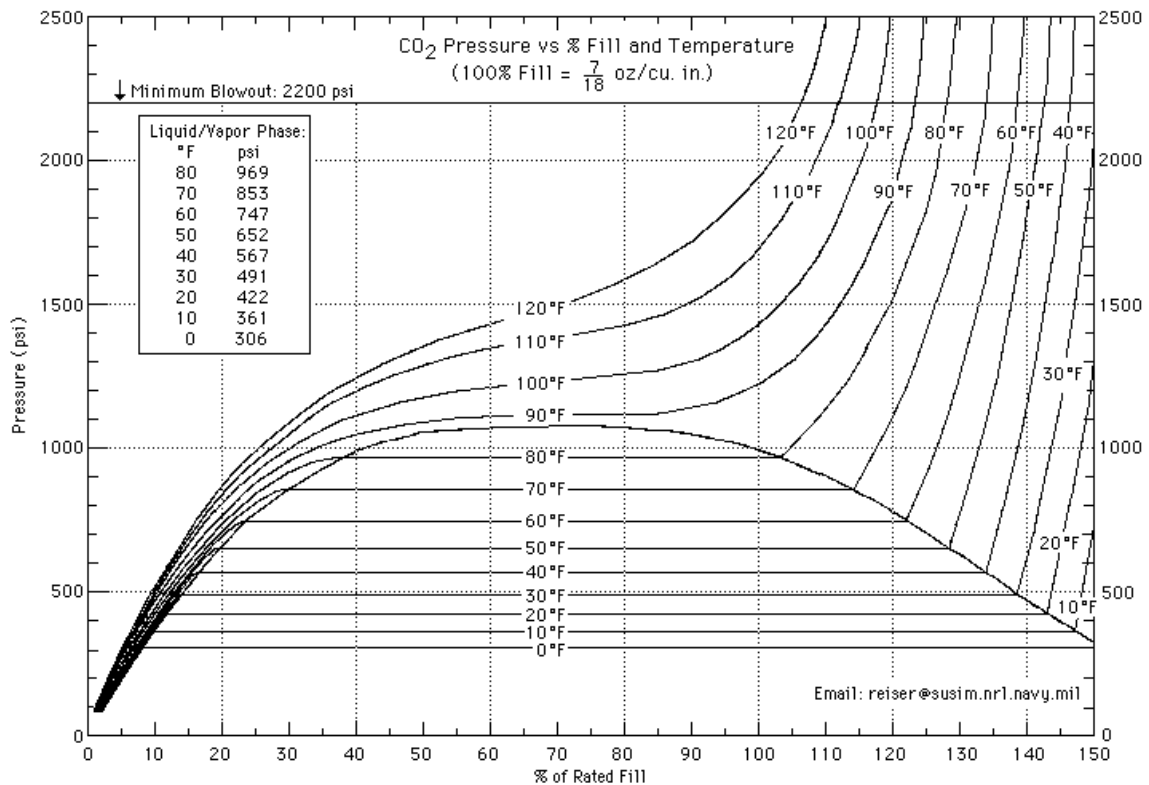
Het CO₂-diagram is een PV (druk-volume) diagram. Als je het vullingspercentage en de temperatuur van je fles of cilinder weet, kan je op het diagram de CO₂ druk aflezen.

Bijvoorbeeld : Als je weet dat je een 0.5kg cilinder hebt en hij 0.42kg boven zijn leeggewicht weegt, weet je dat hij voor 75% gevuld is (0.42/0.5). Als de temperatuur 90 graden Fahrenheit (32 graden Celcius) is, kan je de druk bepalen door op de horizontale as naar het pnt van 75% te gaan en van daaruit omhoog te gaan totdat je bij de 90 graden F lijn aankomt. Ga vanuit dat punt naar links tot je bij de verticale as aankomt. Dit punt geeft de druk, in dit geval circa 1100 psi (75.8 bar).

Er zit een soort 'bult' in het diagram, daaronder zijn alle lijnen horizontaal. Dat is het gedeelte van het diagram waarbij het CO₂ zowel als vloeistof en als gas in de fles of cilinder voorkomt. Iedere verandering in vulling zal de druk in de cilinder *niet* veranderen. Dat komt omdat wanneer je gas aan de cilinder onttrekt, een deel van de vloeistof snel zal verdampen en de gasdruk in de cilinder naar zijn originele waarde zal herstellen. In de praktijk zal de temperatuur een klein beetje dalen omdat, net als verdampend vocht van je warme huid je laat afkoelen, de verdampende CO₂ de cilinder zal koelen. Dat betekent dat na het verschieten van een beetje CO₂ de vloeistof de originele druk helemaal exact zal herstellen, maar het diagram klopt nog steeds.

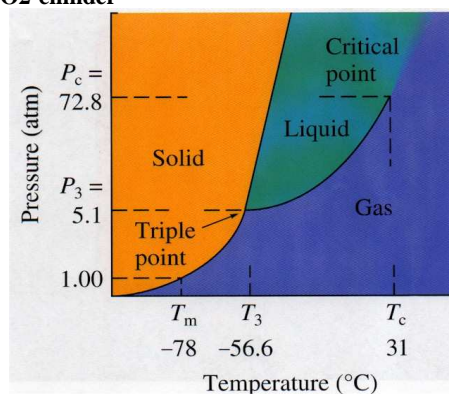
Het gedeelte links van de 'bult' is het ideale-gas gedeelte, waar geen vloeistof meer aanwezig is en de cilinder alleen nog maar met gas gevuld is. In dit gedeelte is de scheikundige werking simpel en werkt volgens de PV=C natuurwet. Hier daalt de druk in de cilinder bij ieder volgend schot snel.

Het gedeelte aan de rechterzijde van de 'bult' is het gevaarlijke gedeelte waarbij de CO₂ expandeert, de hele cilinder vult en als een vloeistof reageert. Iedere kleine verhoging van temperatuur veroorzaakt onmiddellijk een sterke stijging van de druk wat kans geeft op een "blow-out": het openbarsten van de breeschijf in de cilinder. Het mag duidelijk zijn dat wanneer je cilinder boven zijn 100% vulling komt je in het gevaren gebied belandt. Dat is de reden dat CO₂ tanks slechts tot circa 34% vloeibare CO₂ worden gevuld.



De bovenkant van de ‘bult’ wordt het “kritieke punt” genoemd. Het is het punt waar de CO₂ in alle van de hierboven genoemde vormen kan voorkomen. Het reageert niet als een ideaal gas, en al helemaal niet als een vloeistof. De druk is een gecompliceerde combinatie van temperatuur *en* volume. Je kunt zien dat de kritieke temperatuur ongeveer 88 graden Fahrenheit (31 graden Celcius) en de kritieke druk ongeveer 1080 psi (74.5 bar) is. De fles of cilinder heeft dan een vullingspercentage van circa 73%.

Bereken de heersende druk in een CO₂-cilinder



Zolang er vloeibare CO₂ in de cilinder aanwezig is, wordt de druk enkel bepaald door de temperatuur. Bij kamer temperatuur (20 graden Celsius of 69.6 graden Fahrenheit) is de druk ongeveer 853 psi (59 bar). Je kunt dit en de druk voor andere temperaturen controleren in de kleine tabel aan de linker bovenzijde van het CO₂-diagram.

De druk, zolang er vloeibare CO₂ aanwezig is, kan je ook berekenen met de formule:

$$p = p_0 * \exp(T/T_0)$$

p = de druk in psi
 T = temperatuur in Fahrenheit
 p₀ = 314.04 psi
 T₀ = 69.64 F

Deze formule werkt prima tussen 0 en 80 graden Fahrenheit (-18 en 26 graden Celcius), zolang de cilinder tot 100% van zijn vullingspercentage gevuld is.

Zodra alle vloeistof verbruikt is en er alleen gasvormige CO₂ in de cilinder overblijft zakt de druk snel. Tot 88 graden F (31 graden Celsius) verdampt de CO₂, boven 88 graden F wordt de druk weer bepaald door het volume van de cilinder.

Vraag en antwoord

De hoeveelheid vloeibare CO2 in een "volle" cilinder en waarom het beter is om nooit een gedeeltelijk lege cilinder bij te vullen

Het is mogelijk om een fles of cilinder te veel te vullen. In tegenstelling tot flessen of cilinders met samengeperste lucht waarbij een maximale vuldruk wordt aangegeven, wordt bij CO2 het maximale vulgewicht aangegeven. Dat klinkt misschien vreemd, maar bedenk dat CO2 slechts een bepaalde druk kan hebben voordat het vloeibaar wordt. Het meten van de druk in een volle CO2 fles zal dezelfde waarde aangeven als de druk in een bijna lege fles.

Een "volle" cilinder bevat ongeveer 34% vloeibare CO2. Als de cilinder nog verder gevuld wordt, wordt hij bijzonder gevoelig voor temperatuur veranderingen, waarbij een kleine temperatuur verhoging een enorme verhoging in druk veroorzaakt. Dit is een bijzonder gevaarlijke situatie die voorkomen wordt door de cilinder slechts gedeeltelijk te vullen.

Waarom een CO2-geweef slechter presteert bij koud weer

Omdat de druk in je CO2 cilinder lager wordt naarmate de temperatuur afneemt, is er niet voldoende druk in de cilinder om het geweer naar behoren te laten werken.

Waarom de cilinder koelen voordat die gevuld wordt

CO2 cilinders worden meestal vanuit een grotere voorraadfles gevuld. Deze flessen hebben een sifonpijp die tot vlak boven de bodem van de CO2-fles omlaag steekt. Wanneer je de klep van de fles opent, zal de gasdruk in de fles vloeistof door de klep laten stromen. Het probleem is dat wanneer je een klein beetje vloeibare CO2 door de klep in de cilinder laat stromen, de vloeibare CO2 direct zal verdampen en de cilinder op dezelfde druk als de CO2-fles zal brengen. Daardoor zal er geen vloeibare CO2 meer in de cilinder stromen. Om de cilinder te kunnen vullen moet deze een lagere druk hebben als de fles, en omdat de druk enkel bepaald wordt door de temperatuur, moet je dus tijdens het vullen de temperatuur van de cilinder lager houden als die van de fles. Dit kan je op twee manieren bereiken: of door de cilinder te laten koelen in het vriesvak van een koelkast (gedurende ten minste 1 uur), of door eerst een klein beetje vloeibare CO2 - dat nog in de cilinder zit - af te blazen. Door het verdampingsproces koelt de cilinder snel af. De grote voorraadfles op een relatief warme plaats in huis bewaren helpt eveneens (maar laat hem nooit warmer als 50 graden C worden!). Een temperatuur verschil van circa 20 graden is nodig voor een goede vulling van de cilinder.

Wat is de breeschijf en de breekdruk?

CO2 flessen en cilinders bevatten een koperen "breeschijf" die boven een bepaalde druk openbarst waardoor de inhoud van de cilinder in de lucht wordt afgeblazen. De breekdruk van een breeschijf variëren per fabrikant, maar de minimum druk is circa 2200 psi (152 bar) en de maximum druk is 2800 psi (193 bar).

Hoeveel de cilinder op hete dagen onder het maximum te vullen

Als je naar het CO2-diagram kijkt, kan je zien dat een volledig gevulde cilinder er geen problemen behoren te ontstaan. Toch kan het geen kwaad om op een hete zomerdag beneden een druk van 103bar (1500 psi) te blijven. Op dagen waarbij de zon de temperatuur van je fles tot wel 37 graden C (100 graden F) kan laten stijgen is het een goed idee om de cilinder slechts tot 80% te vullen.

Waarom wordt de cilinder koud als ik een aantal schoten gedaan heb?

Omdat CO2 van vloeibaar direct over gaat in gas, onttrekt het warmte van de omgeving. Het koelt daarbij de cilinder waar het inzit, waardoor de druk afneemt waarbij de resterende vloeistof gasvormig wordt.

Onder normale omstandigheden zit er zowel vloeibare als gasvormige CO2 in de cilinder. Wanneer een schot wordt gelost, wordt er een beetje CO2-gas aan de cilinder onttrokken. De overblijvende vloeibare CO2 verdamt om de druk in de cilinder te herstellen, net zoals jijzelf afkoelt water als water op je huid verdampst. De verdampende CO2 koelt de cilinder met zijn inhoud.

Omrekenen

Celsius naar Fahrenheit : $((\text{graden C} \times 9) / 5) + 32$

Fahrenheit naar Celsius : $((\text{graden F} - 32) \times 5) / 9$

1 bar = 14.5 psi

1psi = 0.069 bar

1 ounce = 28.350 gram

1 gram = 0.0353 ounce

Soortelijke massa CO2 = 1.977 gram/cm³

CO₂ Air Rifle Cylinder Filling Procedure

Step 1: Weigh empty cylinder in grams. A common food scale works well. Empty cylinders will weigh less than 450 grams.



Tip: Cold cylinders receive better fills. Try storing cylinders in a refrigerator, freezer, or cooler prior to filling.

Step 2: Make sure Valve A is closed, then open Valve B and Valve C.

Step 3: Attach CO₂ cylinder to Valve C. Once cylinder is attached, Valve C MUST be tightened before the cylinder will fill. Any remaining CO₂ in cylinder will release through Valve B when you tighten Valve C.

Step 4: When all CO₂ is released from cylinder close Valve B.

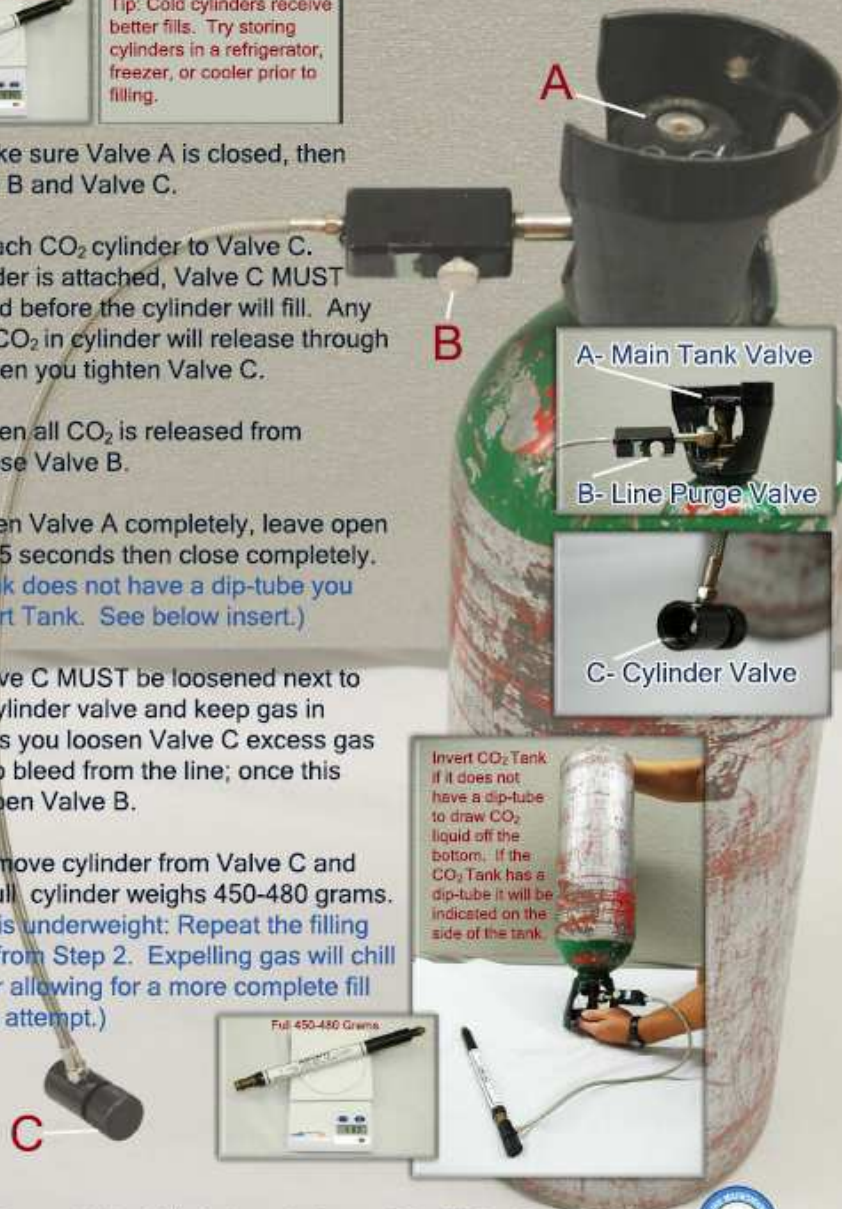
Step 5: Open Valve A completely, leave open for at least 5 seconds then close completely. (If your Tank does not have a dip-tube you MUST invert Tank. See below insert.)

Step 6: Valve C MUST be loosened next to close the cylinder valve and keep gas in cylinder. As you loosen Valve C excess gas will begin to bleed from the line; once this happens open Valve B.

Step 7: Remove cylinder from Valve C and weigh. A full cylinder weighs 450-480 grams. (If cylinder is underweight: Repeat the filling procedure from Step 2. Expelling gas will chill the cylinder allowing for a more complete fill on the next attempt.)

CO₂ Tank Valves:

- A- Main Tank Valve
- B- Line Purge Valve
- C- Cylinder Valve



Poster provided by: Civilian Marksmanship Program, PO Box 576, Port Clinton, OH 43452
<http://www.odcmp.com> For more information, contact programs@odcmp.com



Copyright © december 2008 Thijssse Schietsport Advies.
Alle rechten voorbehouden