

Kohlensäuregas-Verflüssigungsanlage



Gebäude um 1924



Gebäude heute

Inhalt

Was ist Kohlendioxid oder CO ₂ oder Kohlensäuregas?	2
Zustandsformen des CO ₂	4
Wirkungsweise der Kohlensäuregas – Verflüssigungsanlage	
– Die Geschichte	5
– Die Produktion	6
– Trennung Gas vom Wasser	7
– Die CO ₂ -Herstellung und Abfüllung	9
– Der Hauptantrieb	11

Was ist Kohlendioxid oder CO₂ oder Kohlensäuregas?

Es handelt sich hier um drei richtige Bezeichnungen für ein farbloses, geruchloses und fast geschmackloses Gas. Das weder brennt und einen Verbrennungsvorgang auch nicht unterstützt. Es wirkt vielmehr als Stickgas mit dem jede Flamme zum Ersticken gebracht wird. Die chemische Formel lautet CO₂.

Dieses Gas wird landläufig und fälschlicherweise auch Kohlensäure genannt.

Kohlensäure entsteht aber erst wenn Kohlendioxid in Wasser gelöst wird.

Jedes Molekül CO₂ besteht aus einem Atom Kohlenstoff "C" (lat. Carboneum) und zwei Atomen Sauerstoff "O" (lat. Oxigenium).

CO₂ ist mit einem Anteil von 0,036 % ein Bestandteil unserer Luft . Es entsteht bei jedem Verbrennungs- und Gärungsvorgang. Der Vorgang der "langsamen Nahrungsmittelverbrennung" im menschlichen und tierischen Körper führt zu einer Anhebung des CO₂ Anteils in der ausgeatmeten Luft um ca. 4%.

CO₂ findet man in geringer Konzentration auch im Wasser, z.B. der Weltmeere. Die ungeheuer große Menge an Wasser in den Ozeanen ergibt ein riesiges Potenzial von gelöstem Kohlendioxid. Unschätzbare (wohl) aber gigantische Mengen lagern verborgen in der Erdkruste. An zahlreichen Orten tritt diese Gas aus dem Untergrund oder in Verbindung mit Wasser sprudelt es aus. Dies vornehmlich in Gegenden mit vulkanischer Vergangenheit .

Die Eifel ist solch eine Gegend. Bekannt sind die Gasbläschen in der Uferzone des Laacher See oder der Kaltwassergeisyr in Andernach.

Auch Bad Bodendorf ist solch ein spezieller Ort.

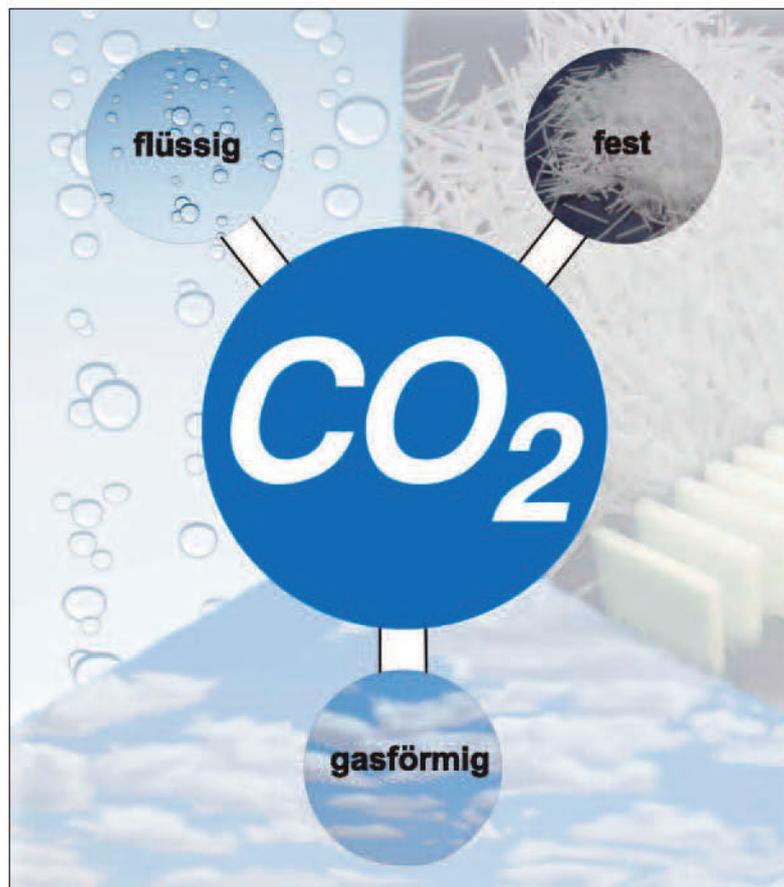
CO₂ ist unter Normaldruck rd. 1,5 mal schwerer als Luft und sammelt sich dort, wo es sich entwickelt oder freigesetzt wird (z. B. in Gärkellern oder an Kohlesäurequellen) am Boden ab. Es wirkt dann, weil es den Luft-Sauerstoff verdrängt, tödlich auf menschliches und tierisches Leben.

Die gesamte Pflanzenwelt andererseits, einschließlich der im Wasser, benötigt für ihr Wachstum genau dieses Kohlendioxid und liefert dann nach dem Einbau des Kohlenstoffs (C) in ihre pflanzliche Struktur den Sauerstoff (O, und das 2 fach, als O₂) an die Atmosphäre zurück. Dies zum Wohl für Menschen und Tiere. Dieser Prozess ist als Fotosynthese bekannt.

Verwechsle darf man das CO₂ nicht mit dem von der chemischen Struktur ähnlich erscheinenden Gas CO = Kohlenmonoxid. Dieses Gas ist ein Produkt einer unvollständigen Verbrennung und wirkt bereits in geringer Konzentration in der Atemluft tödlich.

CO₂ wird u.a. in Feuerlöschern, Sprühdosen, aber auch als perlendes Gas in Limonaden und Sprudeln sowie Sekt und Bier verwendet. Dort, wo es zur Verarbeitung bzw. zum Einsatz gelangt, steht es in Stahlflaschen zur Verfügung und zwar in flüssiger Form bei einem Druck von ca. 60 bar.

So wohltuend und erfrischend in dieser Beschreibung Kohlendioxid auch erscheint. Das CO₂-Gas kennen wir auch mit einer anderen Eigenschaft. Es ist einer der Hauptverursacher des sogenannten Treibhauseffekts. Aber das ist ein anderes Thema, bei dem, betrachtet und bewertet unter dem Stichwort "globale Erderwärmung", ein Teil der Menschheit mit seiner Gier nach Energie schlechtere Noten erhielt als das CO.

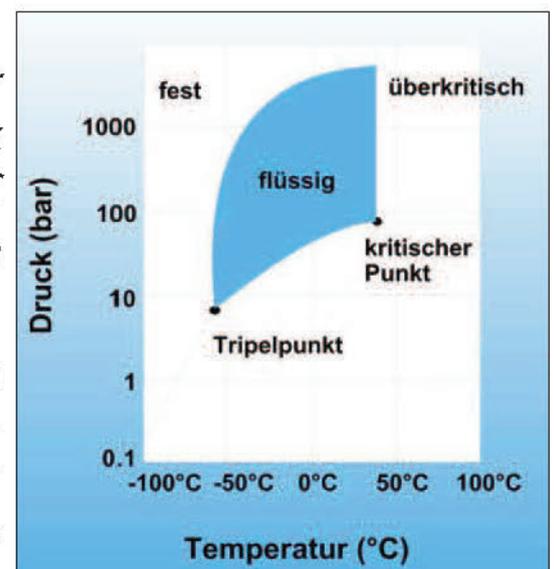


Zustandsformen des CO_2

CO_2 liegt im Temperaturbereich zwischen -56.6 °C und 31 °C und bei Drücken über 5.2 bar als Flüssigkeit vor. Das heißt, unter 5.2 bar existiert CO_2 nur fest oder gasförmig. Bei 5.2 bar und -56.6 °C liegen alle drei Zustandsarten (fest, flüssig und gasförmig) vor, deshalb wird dieser Punkt Tripelpunkt genannt.

Der kritische Punkt von CO_2 liegt bei einer Temperatur von ca. 31 °C und einem Druck von ca. 74 bar. Die kritische Temperatur 31 °C bezeichnet die Temperatur, unterhalb der CO_2 verflüssigt werden kann.

Oberhalb dieser Temperatur gibt es keinen physikalischen Unterschied zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase mehr. Für diesen überkritischen Zustand wird auch die Bezeichnung *Fluid* verwendet. Der flüssige Zustand ist wichtig für die Lagerung und den Transport des CO_2 sowie bei den Anwendungen zum Kühlen und Gefrieren. Bei der Entspannung des flüssigen CO_2 wird eine Temperatur von -79 °C erreicht. Dies ist verbunden mit einer hohen Kälteleistung durch die Verdampfungswärme, die bei der Entspannung das flüssigen CO_2 der Umgebung entzogen wird.



Wirkungsweise der Kohlensäuregas – Verflüssigungsanlage

Die Geschichte

Bereits im 15. Jahrhundert ist eine saure Quelle in Bodendorf dokumentiert und diese Quelle lag lange offen. Beim Ahrhochwasser von 1804 wurde die offene Quelle hier im Kurgebiet aber mit Kies überspült und verschüttet.

Am 29. November 1900 wurde von Josef Hardt hier in der Nähe eine Quelle gebohrt die 54 m tief ging und eine Fontäne von 5 – 6 m mit 34 °C warmem Wasser brachte.

Am 15. Januar 1913 brachte die zweite Bohrung von Josef Hardt in der Nähe der ersten Bohrstelle einen weiteren Brunnen mit 30 cm Durchmesser. Stündlich brachte er etwa 20 m³ Mineralwasser vermischt mit ca. 120 bis 130 kg Kohlendioxid (CO₂) Leistung. In den Wintermonaten 1913/14 wurde die Bohrung dann fortgesetzt und im Februar 1914 erfolgreich beendet. Um die falsche Verrohrung, Verfüllung mit Zement, frei zu bekommen erfolgte eine Sprengung durch das Pionierkommando 8 aus Koblenz. Infolge des 1914 beginnenden Krieges blieb die Quelle bis 1919 ungenutzt. Erst dann wurde mit dem Aufbau der Gebäude und dem Einbau der Maschinen begonnen. Die Anlage kostete seinerzeit 60.000 Mark. Die Gesamtkosten summierten sich, auch durch die beginnende Inflation begründet, letztendlich 160.000 Mark.

Im Herbst 1919 wurde die Kohlensäureverflüssigungsanlage dann in Betrieb genommen.

Der erste lukrative Geschäftsabschluss, Lieferungen von CO₂ nach Belgien, wurden einvernehmlich eingestellt, weil durch die Inflation das Geschäft unwirtschaftlich und die Lieferkosten höher als die vertraglich vereinbarten Einkaufserlöse waren.

In den Jahren der Inflation war an eigene Investitionen nicht zu denken. In dieser Zeit wurde das CO₂ nur in kundeneigenen Flaschen abgefüllt, was die Entwicklungsmöglichkeit der Bodendorfer CO₂-Produktion stark behinderte.

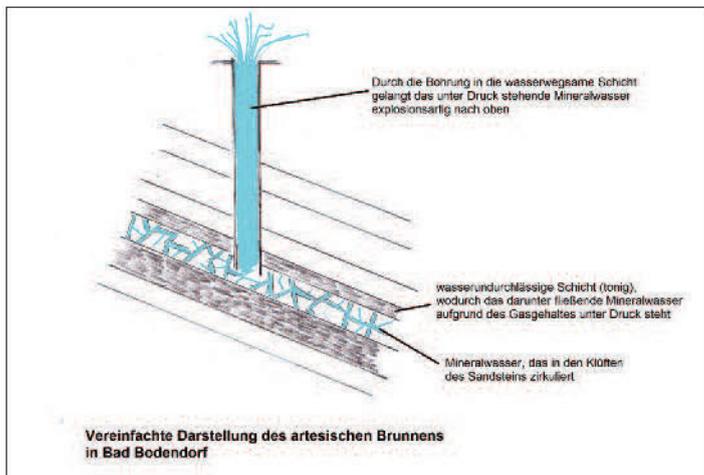
Die Konkurrenz, der Kohlensäureverband (Westkontor-Koblenz) war aber so beunruhigt, dass er sich mit Josef Hardt im Jahre 1922 einigte und monatlich eine Abfindung zahlte. Josef Hardt verpflichtete sich dabei keine Kohlensäure mehr an andere Kunden zu liefern und die Kohlensäure nur noch für den Bodendorfer Thermal-sprudel zu verwenden.

1924/25 wurden die ersten Badezellen errichtet und der Badebetrieb begann in Bodendorf. 1927 wurde die Anlage erweitert und es standen dann 11 Badezellen zur Verfügung.

1930 wurde die dritte Bohrung niedergebracht mit 80 m Tiefe, die als St. Josef Sprudel die Grundlage für den Quellschutz, der Anerkennung der Gemeinnützigkeit im gleichen Jahr und die Verleihung des Heilbäderstatus im Jahr 1935 war.

Die Produktion

Das Wasser-Gas-Gemisch wurde durch natürlichen Überdruck in der Tiefe an die Erdoberfläche gefördert.



Der heute noch fördernden St. Josef-Sprudel im Kurgebiet, ca. 100 m östlich des Thermal Freibades, gehört zur gleichen besonderen Art.

Wollte man seinerzeit auch das verfügbare CO₂ wirtschaftlich nutzen, musste man es in flüssiger Form verfügbar haben. Bei der Verflüssigung von CO₂ bediente man sich auch heute noch in den modernen Anlagen eines 3 stufigen Verdichtungsvorgangs mit entsprechenden Zwischenkühlungen.

Um 1918 entschied man sich zum Bau dieser CO₂-Verflüssigungsanlage, die man 1919 in Betrieb nahm.

CO₂-Verflüssigungsanlage wurde zuletzt einige Jahrzehnte von Gottfried Büchel und später von Josef Krahm bedient und mit sehr viel technischem Geschick und Engagement in Betrieb gehalten.

Josef Krahm hat im April 1967, nach Brunnenschließung des Bodendorfer

Thermalprudels durch den Tönnissteiner Brunnen, die letzte Stahlflasche mit flüssigem CO₂ gefüllt.

Seitdem wurde die Anlage nicht mehr zur Kohlensäureproduktion genutzt.

Im Jahre 2001 trat die Stadtverwaltung, die Pächter des gesamten Kurparks war, an den Heimat- und Bürgerverein mit der Bitte heran die Anlage zu betreuen und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Beginnend ab Juni 2003 engagierte sich Eckhard Hoffmann mit viel privatem Engagement für das Projekt. Es ist sein Verdienst und das seiner Helfer die Anlage Zug um Zug in den heutigen Stand gebracht zu haben.

2014 übernahm der Heimat- und Bürgerverein Bad Bodendorf die Betreuung der Anlage und wird diese in Zukunft für die Öffentlichkeit offen halten.

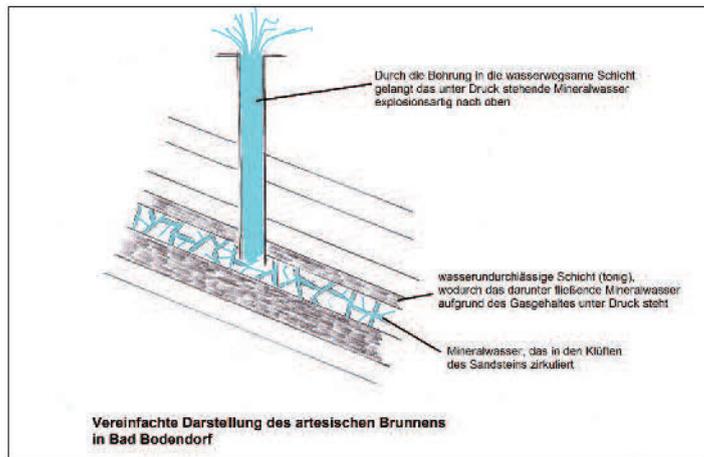
Im April 2007 musste aus Quellschutzgründen das Bohrloch von 1913 versiegelt werden. Als Füllmaterial wurde eine Mischung aus Grobkies, Feinkies sowie eine Zementbrühe aus sulfatbeständigem Zement verwendet, den man mit hohem Druck ins Bohrloch presste.

Wie der Produktionsablauf seinerzeit ablief konnte durch Baupläne oder Überlieferungen nicht ermittelt. Das mussten im Objekt Schritt für Schritt nachvollzogen werden.

Trennung Gas vom Wasser

Die Zweite Bohrung in Bodendorf brachte man in den Wintermonaten 1913/14 an dieser Stelle mit einer Tiefe von 93 m nieder. Die Bohrloch- auskleidung bestand aus einem Messingrohre mit 100 mm Durchmesser.

Die Wasserförderung aus der Tiefe geschah alleine durch natürlichen Überdruck in der Tiefe der Bohr- sohle. Das Wasser wurde dabei mit hohem Druck zur Oberfläche beför- dert (Artesischer Brunnen). Bevor der Brunnen gefasst wurde schoss das Wasser als Geysir bis zu 12 m in die Höhe.



Diese Quelle verlor Ende der 1920er Jahre seine Bedeutung und versiegte Anfang der 1930er Jahre völlig.

Danach wurde das Wasser von der 1930 gebohrten St. Josef-Sprudel herangeführt.*)



Alles was aus dem Bohrloch ent- strömte, wurde über das Förderrohr dem Abscheidetank zugeführt. Hier beruhigte sich die schäumende Flüs- sigkeit und wurde mittels einer Pumpe der Mineralwasserabteilung zugeführt.

*) Das dicke aus dem Boden schräg ankom- mende Rohr im Vordergrund ist die Wasser- zuführung nach der Bohrung von 1930.

Aus dem Abscheidetank strömte das noch mit Wasserpartikel angereicherte CO_2 durch die Steigleitung in den Tröpfchenabscheider auf dem Dach.



Auf dem Weg dorthin verlor es bereits einen großen Teil der Wassertropfen, die es aus den Wirbeln im Abscheidetank mitgerissen hatte. Im Tröpfchenabscheider trennten sich weitere verbliebene Wasserteilchen von dem CO_2 .

Vom Tröpfchenabscheider strömte das CO_2 über Rohrleitungen, *grau angestrichen*, zum 1. Verdichter.

Das entgaste Wasser floß über eine Leitung in den Abscheidetank zurück und wurde mit dem entgasten Wasser aus dem Abscheidetank mit einer Pumpe in die Ahr abgeleitet oder zum Kühlen der Pumpen und Spiral- und Rieselkühler verwendet.

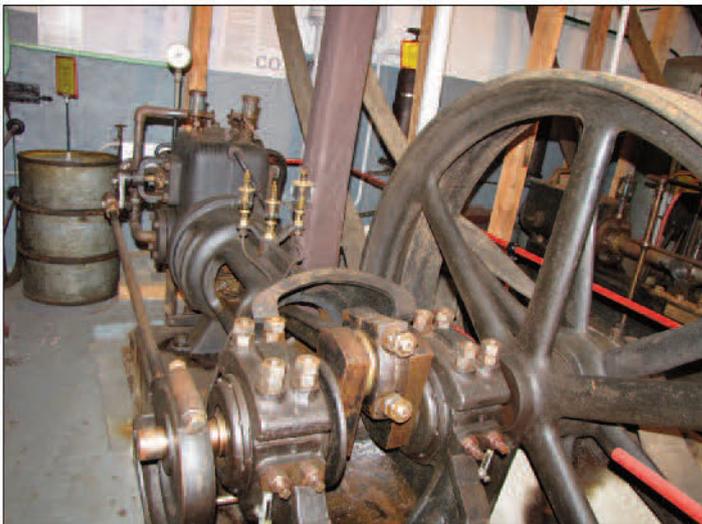


Ein Teil des entgasten Wassers wurde der Bäderanlage zugeführt. Auch wurde das Wasser für den Bendorfer Thermalsprudel geleitet und dort abgefüllt.

Die CO₂-Herstellung und Abfüllung

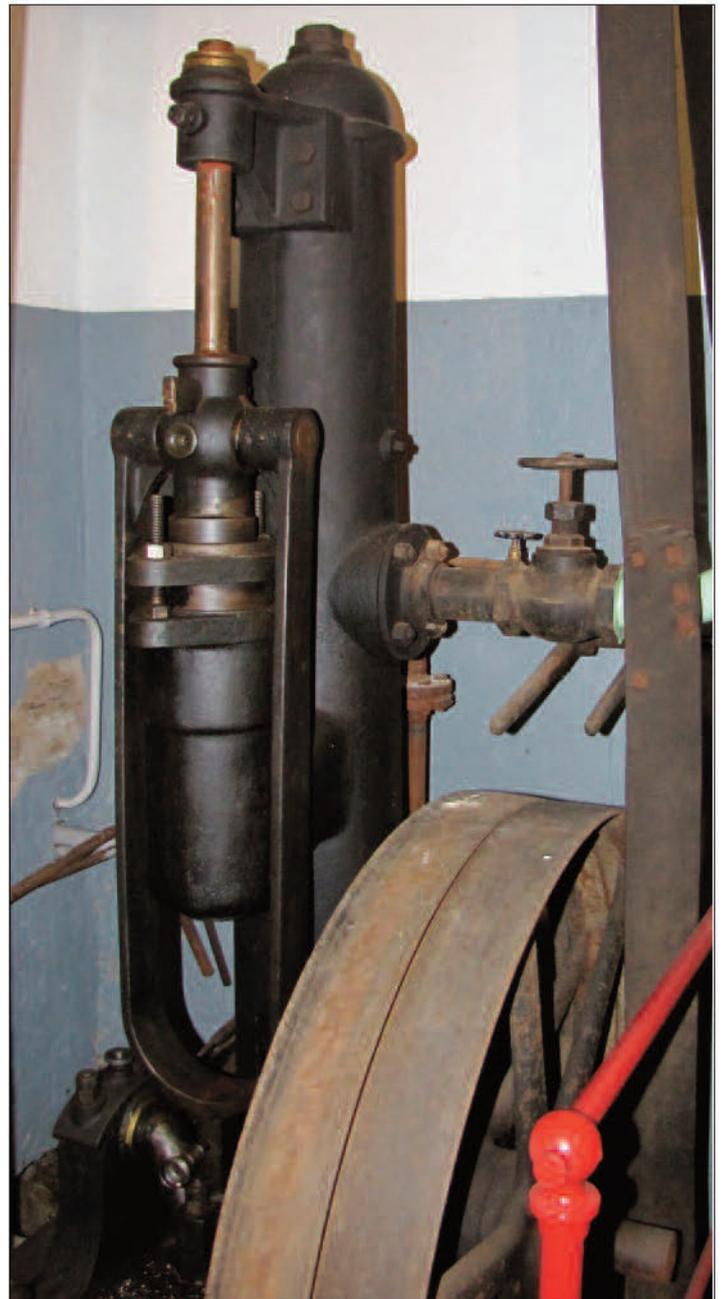
Der 1. Verdichter erzeugte am Ansaugstutzen einen kleinen Unterdruck von etwa 0,9 bar. Deswegen nannte man diese Maschine in dieser Anlage auch Vakuumkompressor oder Vakuumpumpe.

Das CO₂-Gas wurde darin in der 1. Stufe auf ca. 3,5 bar verdichtet. Dabei wurde die innewohnende Energie auf einen kleineren Raum zusammenrückt und auf etwa 140 °C erhitzt.



Es musste, bevor es zur 2. Stufe des 2. großen Verdichters geleitet werden durfte, auf eine niedrigere Temperatur herunter gekühlt werden.

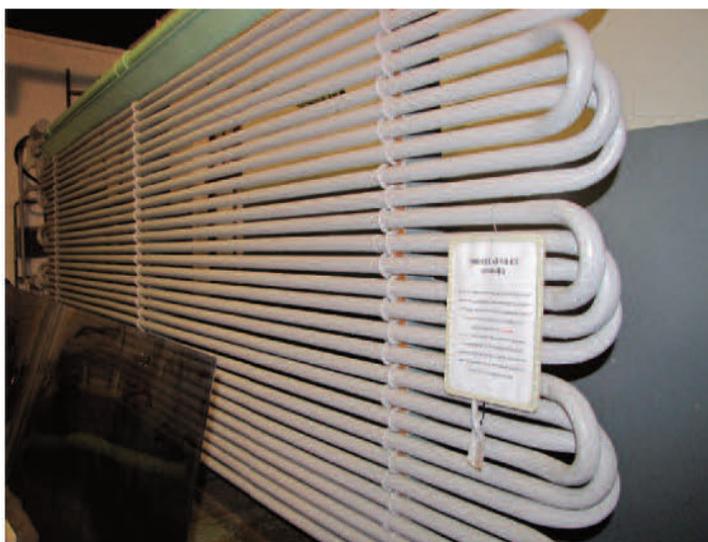
Dies geschah im Spiralrohrkühler, der gleich hinter dem ersten Verdichter in einer Grube den Boden eingelassen ist und das mit dem Kühlwasser aus der Wasserpumpe, welche direkt neben dem 1. Verdichter steht, befüllt war. Die Pumpe zog das Wasser aus dem Abscheidetank. Die Hauptaufgabe der Pumpe war allerdings



das Wasser zum Kühlen im Rieselkühler zu liefern. Das CO_2 -Gas wurde nun über den Spiralkühler zum 2. Verdichter geleitet.



Im 2. Verdichter erfolgte dann eine Komprimierung auf etwa 14 bar. Die Temperatur stieg diesmal auf ca. 160 °C.



Danach wurde das Gas aus dem 2. Verdichter erstmals zum unteren Teil des Rieselkühlers geleitet, wo es auf ca. 30 °C abgekühlt wurde. Bei jedem Kühlvorgang fiel im Gerät

Kondenswasser an, das sich im Ölabscheider sammelte und hier regelmäßig in einen Auffangkasten abgelassen.

Außerdem wurde das CO_2 in einer der Flaschen der Flaschenbatterie – in dem sich ein spezielles Trocknungsmittel befand (z. B. Silikagel), von allen Restfeuchtigkeiten befreit.



Danach wurde das Gas zum 3. Verdichter geleitet.

Beim 3. Verdichtungsvorgang erreichte der Druck 60 bis 72 bar (abhängig von der Raumtemperatur) ⁽¹⁾ die Temperatur stieg an auf ca 150 °C. Der nun folgende Kühlvorgang im oberen Teil des Rieselkühlers hatte nun ein faszinierendes Ergebnis, dass das Kohlendioxid-Gas, das CO_2 , nun verflüssigt worden war.

Das technische System in diesem Bereich der Verflüssigung, das heißt jeder Apparates, jedes Gerät und alle Rohre standen unter einem Druck von 60 bis 72 bar (abhängig von der Raumtemperatur).

Der Rieselkühler besteht aus einem Unterteil zum Kühlen des gasförmigen CO_2 vom 2. Verdichter und einem Oberteil zum Kühlen des gas-

förmigen CO₂ vom 3. Verdichter und Änderung des Aggregatzustandes in CO₂ flüssig.

Das ca. 26° C kalte Thermalwasser nutze man, um das in dieser 120 m langen Rohrleitung gefesselte, unter einem Druck von bis zu 73 bar und einer Temperatur von 150 °C stehende Gas bis auf mindestens 31 °C herab zu kühlen.

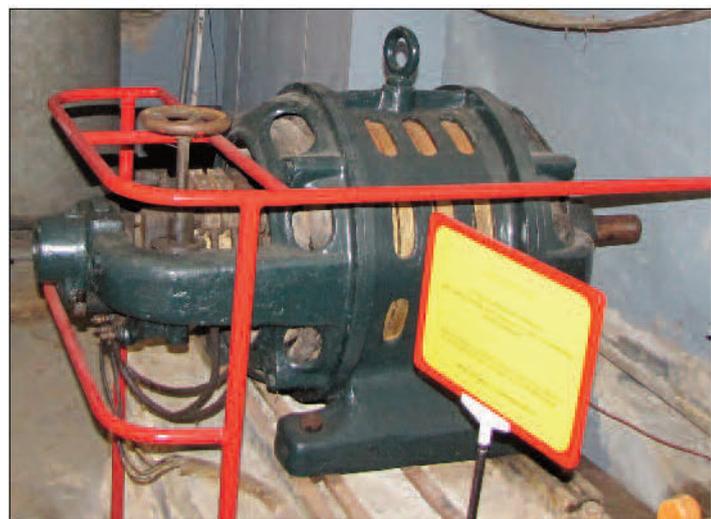
Das nunmehr flüssige CO₂ wurde über die Rohrleitung zur Flaschenfüllanlage geleitet und dort in die angeschlossenen speziellen Stahlflaschen eingefüllt.



Bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C entwickelte das flüssige CO₂ in den Stahlflaschen einen Druck von 57 bar.

Im Raum mit den Maschinen steht an der rechten Wand der Antriebsmotor, mit dem die Maschinerie in Gang gesetzt wurde.

Mit einem Elektro-Antrieb wurden sukzessive alle Maschinen in Gang gesetzt. Dabei wurde die erzeugte Kraft mittels Treibriemen über die Transmission auf alle Maschinen Übertragung.



Stärke:	26 KW/h (ca. 35 PS)
Vorspannung:	3 x 380 / 220 Volt
Umdrehung:	970 U/Min
Stromaufnahme:	84 / 48 Ampere
Hersteller:	Garbe und Lahmeyer, Aachen

Rohstoffe waren in der Zeit der Inflation sehr wertvoll. Deshalb hieß es mit diesen so sparsam wie möglich umzugehen.

Die verwendeten Öle wurden in einem kastenförmigen Öl-Reinigungsgerät aufbereitet. Hergestellt wurde es 1914 vom Handwerksmeister Bröhl aus Brohl (-Lützing).

Das Altöl wurde oben in den Kasten eingefüllt und lief durch einen Baumwollfilter. Altöl und Wasser trennten sich in einer Schwimmerkammer. Das Wasser floß nach unten ab und das gereinigte Öl konnte abgelassen und wieder verwendet werden.

