

Stickstoff-Produktion aus Druckluft vor Ort

Der Verbrauch von Stickstoff in der Getränke-Industrie ist oder wird immer mehr auch zu einer Frage der Beschaffung und Kostenoptimierung.

Wir stellen fest, dass bei der Abfüllung von Getränken, die Evakuierung von Sauerstoff aus der Flasche, sich in den letzten paar Jahren zum Stand der Technik etablierte. Selbst kleinere Füller, zum Beispiel in der Weinbranche, werden mit Evakuierungs-Stationen geliefert. Dies entspricht dem «Mainstream» von Massnahmen zur Optimierung und Sicherung von Qualitätsansprüchen der Getränkehersteller.

Stichwort: Getränke vor Oxidation und vor der Entwicklung von Mikroorganismen schützen.

Wo wird Stickstoff in der Getränke-/Lebensmittel-Industrie eingesetzt

- Förderung mit Stickstoff anstelle von Pumpen: Wein bei der Abfüllfiltration Maische, Inertgas-Pressung, Fett, Mayonnaise, etc.
- Tanküberlagerung
- Evakuierung von Sauerstoff aus Verpackungen (Flaschen, Dosen, etc.)
- kontrollierte Atmosphäre (Verpackungen, Transport, etc.)
- modifizierte Atmosphäre (Verpackungen)
- Labor

Die Evakuierung von Sauerstoff bedarf pro 0,75 l-Flasche ca. 2,5 l Stickstoff, gemäss Angaben eines Füller-Herstellers. Selbstkellterer berichten, dass dies eine signifikante Qualitätsverbesserung der abgefüllten Weine ergebe – aber, pro Abfülltag eine ganze Stickstoff-Flasche «geleert» werde. Die Kosten zur Evakuierung mit Stickstoff aus N₂-Flaschen schlagen deshalb zu Buche.

Ein bewährtes Mittel für den Schutz vor Oxidation ist die Überlagerung mit einem Inertgas.

Dieses kann aus einem Gemisch aus Kohlendioxid (CO₂) und Stickstoff oder aus reinem Stickstoff bestehen. Nachteil des Kohlendioxid-Stickstoffgemisches ist, dass sich das CO₂ in Flüssigkeiten löst, was beispielsweise bei Rotweinen nicht erwünscht ist. Aufgrund der höheren Kosten wird auf die Verwendung von Argon verzichtet.

Zunehmend gewinnt für jedes Unternehmen auch die Schonung der Umwelt an Bedeutung, dies insbesondere bei der Herstellung von Getränken mit Rohstoffen aus der nahen Region wie z.B. Wein und Apfelsaft.

Vorteile der eigenen Stickstoffherstellung

Zur Herstellung von eigenem Stickstoff wird Druckluft vom bauseitig bestehenden Kompressor verwendet. Die Kosten zur Herstellung von Druckluft liegen aktuell bei rund 2,5 Rp./Nm³. In Abhängigkeit des Stickstoffkonzentrations-Bedarfs (Reinheit) werden für die Herstellung von Stickstoff zwischen 2 und 6 Nm³ Druckluft benötigt.

Stickstoffgeneratoren brauchen, je nach Bauart eine Anschlussleistung von 0 resp. ca. 300 W. Bei einem durchschnittlichen Leistungsbedarf von 200 W im 24-h-Betrieb und einer jährlichen Auslastung von 260 Tagen liegen die zusätzlichen Energiekosten unter 200 Franken pro Jahr. Gegenüber dem Bezug von Stickstoff ab Flaschen oder Flaschenbündel macht sich somit die Investition in die eigene Stickstoffproduktion, oft bereits nach wenigen Monaten bzw. Jahren bezahlt.



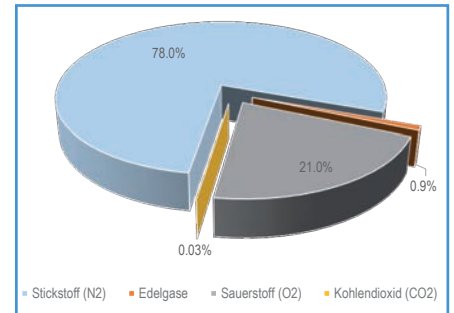
Flaschenfüller, Baujahr 2014, in Weingut mit zugestellter Stickstoff-Flasche

Technologie der Stickstoffproduktion

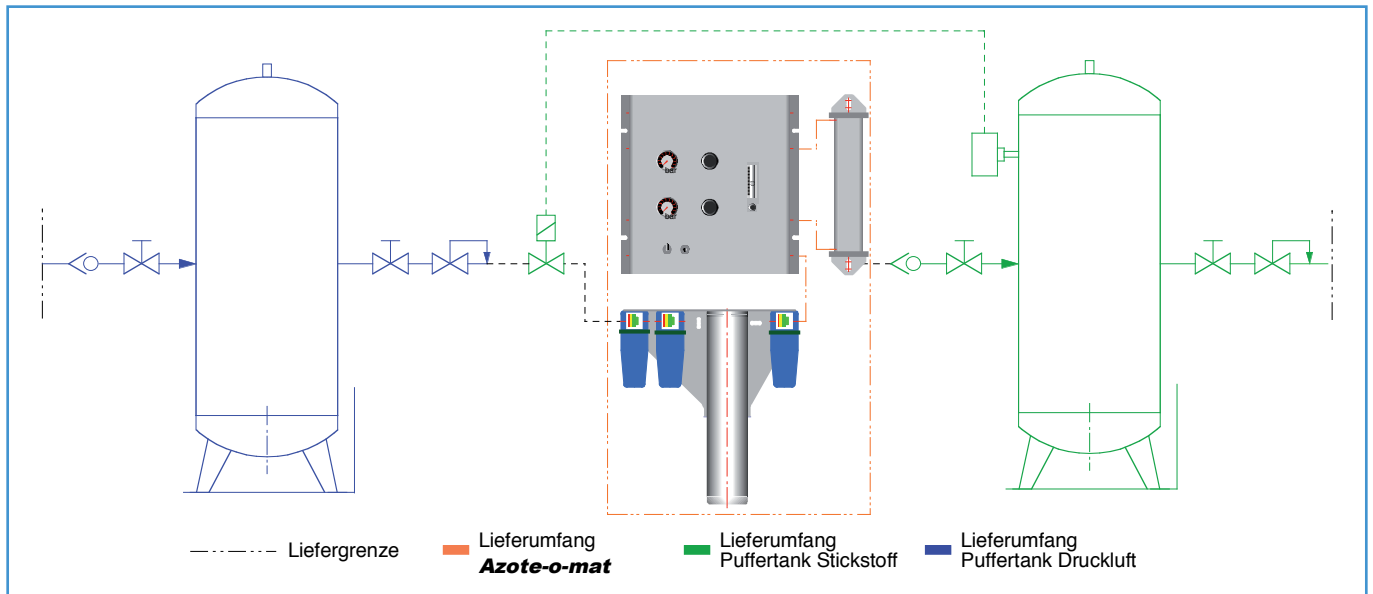
Stickstoff (N_2) und Sauerstoff (O_2) sind die Hauptbestandteile der Luft, davon ca. 78% N_2 und 21% O_2 .

Der Stickstoff wird demnach aus der Luft, bzw. der Druckluft gewonnen. Die erzeugte Druckluft wird bei allen Kompressoren in

einem Drucktank (8 – 10 bar) gestapelt. Aus diesem Drucktank wird die Druckluft zum Stickstoff-Generator geführt.



Schema 2: Die Zusammensetzung der Luft



Schema 1: Stickstoffproduktion

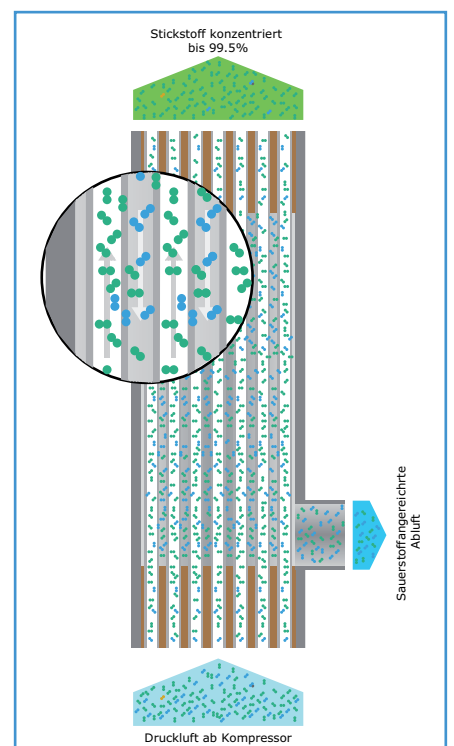
Das Membranverfahren

Für kleinere Produzenten von Getränken wie Selbstkelterer eignet sich das Membranverfahren. Die Herstellung des N_2 erfolgt in Hohlfasermodulen aus Kunststoff. Diese sind rohrförmig, kleiner als 1mm im Durchmesser und haben einen mehrschichtigen Aufbau. Tausende dieser Hohlfaser-Membranen werden in einem Rohr gebündelt. Diese gebündelten und an den Enden vergossenen Einheiten werden Membranmodule genannt. Die Druckluft wird ausschliesslich durch das Innere der Hohlfasermembranen geleitet. Der Sauerstoff entweicht dabei grösstenteils und relativ rasch nach Aussen in die Zwischenräume der Hohlfasermembranen, während der Stickstoff nur langsam passiert. Sauerstoff wird separat aus dem Modul in die Umluft abgeleitet.

Am Ende der Hohlfasermembrane beträgt

die Stickstoffkonzentration, in Abhängigkeit der Durchlaufzeit der Druckluft in der Membrane, bis zu 99,5%.

Druckregler und weitere Armaturen dienen dazu, die Druckbedingungen und die Durchfluss-Geschwindigkeit in den Hohlfasermodulen konstant zu halten. So wird eine gleich bleibende Qualität und Ausbeute an Stickstoff erreicht.

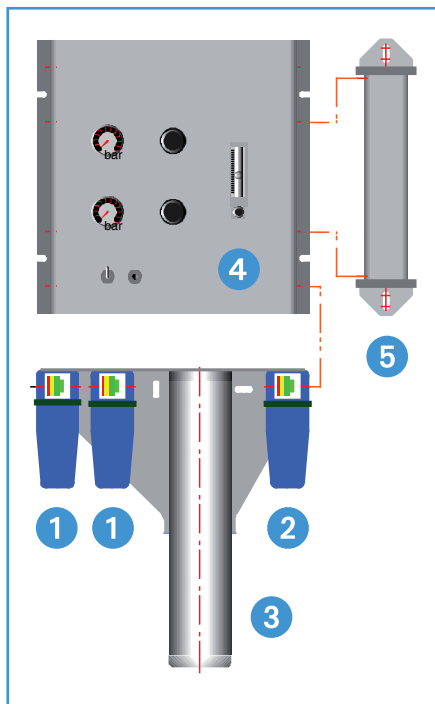


Schema 3: Membrane

N₂pro Generator

Kompakte Membrananlage für die Eigenherstellung von Stickstoff, bis Leistung 8 Nm³/h.

Die N₂pro Generatoren sind für eine Wandmontage vorgesehen und beanspruchen sehr wenig Aufstellplatz. Um den Stickstoff zu lagern empfiehlt sich die Aufstellung eines N₂-Drucktanks, Inhalt 500 l bzw. 1'000 l.



Schema 4: N₂pro Generator

- 1 Vorfilter mit Kondensatablass
- 2 Feinfilter mit Kondensatablass
- 3 Aktivkohle-Filter
- 4 Steuerkasten
- 5 Parker® Stickstoffmembrane

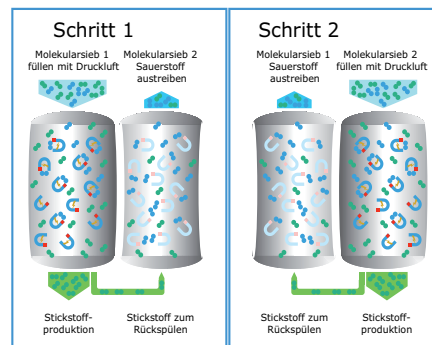
Das PSA-Verfahren (Druckwechselverfahren)

Das PSA-Verfahren ist geeignet für Anwender mit grösserem Stickstoffbedarf.

Molekularsiebe haben die Eigenschaft, unter Druck Gase anzulagern und diese bei einer Druckentlastung wieder freizugeben. Dieser Umstand ist auch die Basis des PSA-Verfahrens zur Stickstoffgewinnung.

Zwei Behälter, jeder ausgestattet mit einem Molekularsieb für Stickstoff, werden abwechselungsweise mit Druckluft befüllt resp. entlüftet. Unter Druck lagert sich Sauerstoff am Molekularsieb ab und Stickstoff tritt aus. Nach Durchströmen des Molekularsiebs tritt der Stickstoff am Ende des ersten Behälters aus. Nach ca. 1 Minute ist das Molekularsieb mit Sauerstoff gesättigt. Der Grossteil des Stickstoffs wird als Endprodukt abgetrennt und Behälter 2 mit dem verbleibenden Teil rückgespült.

Der Behälter mit dem Sauerstoff-gesättigten Molekularsieb wird entlüftet. Durch den Druckabfall löst sich der angelagerte Sauerstoff vom Molekularsieb und entweicht in die Umgebungsluft.



Schema 5: PSA-Verfahren = Pressure Swing Adsorption

Nun wird der zweite Behälter mit Druckluft befüllt und der Ablagerungsprozess von Sauerstoff am Molekularsieb sowie das Austragen des Stickstoffs wiederholt sich in umgekehrter Richtung. Entsprechend erfolgt die Entlüftung resp. das Rückspülen des Behälters 1.

Dieser Prozess wird solange wiederholt, wie Stickstoff produziert werden soll.

Adsorptionsmaterial: Aktivkohle.

Das PSA-Verfahren bedingt eine grössere Aufstellungsfläche als Membrananlagen.

Die Sicherheit

Der Umgang mit Hochdruckflaschen birgt immer auch ein Sicherheitsrisiko. Ein fest installierter Stickstoffgenerator im eigenen Betrieb, beseitigt dieses Risiko.

Die Umwelt

Die Stickstoffproduktion im eigenen Betrieb spart Energie. Für die Herstellung von 1 Nm³ Stickstoff mit einer Stickstoffanlage wird deutlich weniger Strom verbraucht als bei der kryogenen Stickstoffherstellung beim Gaslieferanten. Darüber hinaus entfallen auch die Emissionen durch die Anlieferung auf der Strasse.

Kryogene Prozesse = Prozesse im Zusammenhang mit extrem tiefen Temperaturen; hier die Stickstoffherstellung aus verflüssigter Luft bei -196°C in Luftzerlegungsanlagen.



Stickstoff-Eigenproduktion – PSA Verfahren bei Kaffee-Rösterei in der Schweiz



Stickstoff-Produktion aus Druckluft bei Cave Jean-René Germanier SA, Vétroz

Stickstoff-Eigenproduktion auf einen Blick

Druckluft-Bedarf bei 99% Stickstoffanteil	für Membran-Verfahren ca. 4.3 Nm ³ für 1 Nm ³ Stickstoff für PSA-Verfahren ca. 2.35 Nm ³ für 1 Nm ³ Stickstoff
Stickstoffkonzentration (Reinheitsgrad)	für die Getränke-Industrie sind 97 bis 99% ausreichend kontrollierte, und modifizierte Atmosphäre 99 bis 99.8%
Kosten Stickstoff (für Selbstkelterer)	ab einem Bezug von CHF 6'000 bis CHF 7'000 pro Jahr rechnet sich die Investition in die Eigenproduktion N ₂
Druck Stickstoff	der Druck des produzierten Stickstoffs liegt 1.5 – 2 bar unter demjenigen von Druckluft
Produktionsmengen Stickstoff	mit Membran-Verfahren – Kompakt-Anlagen 4 – 20 Nm ³ /h mit PSA-Verfahren – Standardanlagen 1 – 200 Nm ³ /h
Verbrauchsschwankungen	werden mit Puffertanks ausgeglichen
Umweltbelastung	mit der Eigenproduktion von Stickstoff wird Energie gespart. Zugekaufter Stickstoff in Flaschen / Bündel erzeugt (unnötige) Emissionen durch Strassen-Transport
Sicherheit	der Umgang mit Hochdruckflaschen (200 bar) birgt ein Sicherheits-Risiko, welches mit der Eigenproduktion beseitigt ist

Kostenbeispiel Evakuierung mit N₂

- ▶ Stickstoff-Flasche mit 50 kg Inhalt bei 200 bar Druck entspricht einem Inhalt von 10'000 Liter N₂ (kg x Druck = Liter Stickstoff)
- ▶ 10'000 Liter N₂: 2.5 Liter N₂ (Menge zum Evakuieren 0.75 Liter Flasche) = 4'000 Flaschen

Unser Partner im Bereich Stickstoff-Generatoren ist: Burger-Engineering, Münchenbuchsee