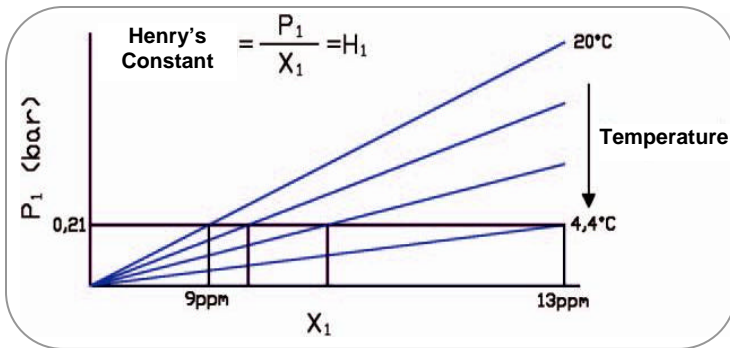


PAULANER（パウラーナー）醸造所の最適な脱気

Centec（センテック）社のDGS装置は、飲料水産業における溶存ガスを取り除く疎水性中空糸膜を使用したモジュラータイプの脱気装置です。この技術短信は装置の構造、操作及びエネルギーコスト削減結果を紹介します。

水の中の溶存ガス濃度は液体と接触しているガスの分圧に比例します、ガス交換はこの基本原理によって始まります。（ヘンリーの法則、図表1）



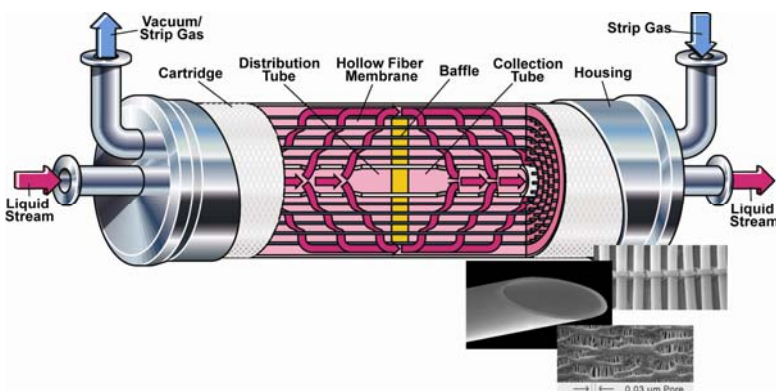
図表1:ヘンリーの法則: $P_1 = H_1 \cdot X_1$; $P_1 =$ ガスの分圧, $H_1 =$ ヘンリー係数, $X_1 =$ 溶解ガス濃度。

このようなとき、大気圧における酸素の分圧は0.21 bar (3 PSI)です。仮に液体に接するガスの分圧が変わったら、水の中のガスの分圧も変わります。

中空糸膜を用いた脱気

リキセル®脱気モジュール(図表2)は小容量ながら非常に大きな有効面積を持っています。膜脱気は液体と気体それぞれの状態で互いに接触させる膜表面を提供します。理由は、膜は疎水性で水は膜を通らないからです。しかし、溶存ガスは膜を簡単に透過します。

ガス交換性を最大化させるために、本体中央にセンターパッフル(遮蔽版)を設け、液体がモジュール内部を放射状に流れて膜と接触を上げるようにしています。



真空引きは、少量の炭酸ガス(二酸化炭素)あるいは窒素スウィープすることにより中空糸膜内部に供給されます。導引される真空とスウィープガスは、中空糸の中で酸素の分圧をゼロ近くまで下げます。理由は分圧における差によるもので、水の溶存酸素は事実上ゼロに近くなります。

ガス状態と液体状態は、互いに平衡状態になろうとします。理由は気体中に酸素が減少し、スウィープガスや真空によって液体状態からガス状態に移行するからです。これは水から酸素濃度を下げます。

脱気膜を使用した脱気装置

ビールの高い酸素レベルは最終製品において感覚刺激性の問題を起こします、このプロセスの目的は酸素を無くすことです。これらは製造プロセスにおいて下記のようにいくつか使用されています:

- 濾過の前コーティング;
- 前及び主要濾過の運転;
- 殺菌工程での製品管理;
- ブレンディング;
- ビール・ミキシング製品など;

脱気後にエアリークが無いことを確認することは重要です。エア一混入の恐れがある批評的な校正部品は、メカニカル・シールやフランジ接続部などが含まれます。

脱気装置の構成部材

Paulaner 醸造所で使用されている脱気装置の構成部材は下記の通りです。

- ブースターポンプ: Fristam, 40 m³/h, head: 8 bar, 18,5 kW
- 粒子フィルター: Filtrox, Type Filtrap (30 x cartridges with a pore-size of 3 µm absolute);
- 中空糸膜装置: Centec, DGS. Using four 10-inch Liqui-Cel Degassing units,
- 真空ポンプ: Sihi, Lema 50, 4 x 1,5 kW,
- UV殺菌装置: Wedeco Katadyn, Type LBA 50 (1050 J/m²),
- 炭酸溶解装置: Centec, Vortex-Venturi-Injector DN 100,
- PLC: Siemens, SPS S5 155 U, CPU 948, MMI & Screen Overview: Make: Siemens, Dimos X 5.

水中の残存酸素量の仕様

脱気装置は液温14°C、最大流量400 hl/hで0.02 mg/l (ppm)の残存酸素量まで減らすことができました。

装置の制御は、定期的に送水ポンプをコンバータで制御するバッファータンクのレベルを基準にしました。

バッファータンクが満水になる必要がないという場合でも、装置は低流量で運転することができます。

低流量の脱気プロセスは、脱気モジュールで脱気される時間が長くなるので更に効率はよくなります。結果として酸素濃度は初期設計値より低くできます。(表1参照)

電気消費量の低減

運転のためのポンプ台数は、脱気装置の流量によって異なってきます。

通水量を少量だけ必要な場合は、脱気装置も小さくできます。適切な真空ポンプ及びスweepガスは脱気性能に重要な影響を与えます。真空ポンプは通水量によってON/OFFできます。

表1：通水量辺りの残存酸素量：
(水:水温14 °C, 真空度100 mbar, CO2スweep量9.3 Nm3/h)

流量 (hl/h)	残存酸素量 (mg/l)
100	0.002
200	0.003
300	0.007
400	0.02

通水出口には溶存酸素計が備え付けられている。通水量によって真空ポンプの運転容量は1台、2台、3台と変わってきます。

炭酸ガス(二酸化炭素)使用量の低減

上記のように、炭酸ガス消費量は通水量と酸素量によります。これは真空ポンプ容量に関わってきます。酸素測定は通水出口に設置し、炭酸ガス量を調整します。

この場面で、真空ポンプのキャビテーションの限界に気づかなければなりません。

水温 (°C)	流量 (hl/h)	炭酸ガス消費量 (Nm3/h)
12	400	ca. 10,0
14	400	ca. 9,3
16	400	ca. 8,7
18	400	ca. 8,1
20	400	ca. 7,5

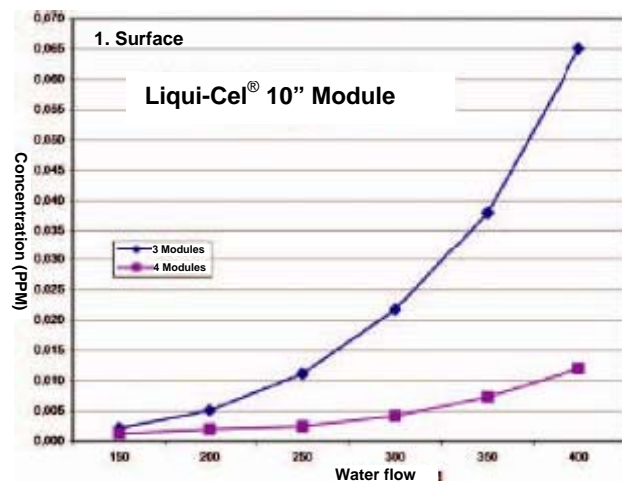
モジュール構造ユニットによる増設性

脱気装置は400 hl/hで設計されており、最大600 hl/hまで通水可能でした。

装置を増設するために2本の脱気膜と1台の真空ポンプが必要でした。2列並列に並んだ脱気膜が設置され、1列に3段直列に繋がれています。

流量 (hl/h)	炭酸ガス消費量 (Nm3/h)
100	2.3
200	4.6
300	7.0
400	9.3

図表2：膜表面積の影響は一定水温で比例します



熱殺菌 (Hot CIP) 装置

中空糸膜モジュールは85°Cで熱水殺菌が可能です。食品用としては1-3%の苛性ソーダや燐酸が使用されます。界面活性剤や添加剤は苛性ソーダや酸と一緒にしないでください。熱水殺菌の回数は運転時間や微生物に影響されます。

技術短信 TechBrief

Liqui-Cel®
MEMBRANE CONTACTORS

Paulaner(パウラーナー)醸造所は、月に一回熱殺菌を行っています。装置の配管は、(UVランプをきれいに保つために)分離膜モジュールとは別にバイパスを設けてUV殺菌装置を設置しています。

分離膜はバイパスラインによって85°C以下の熱水のみ来るように温度トランスミッターで保護されています。

まとめと補足

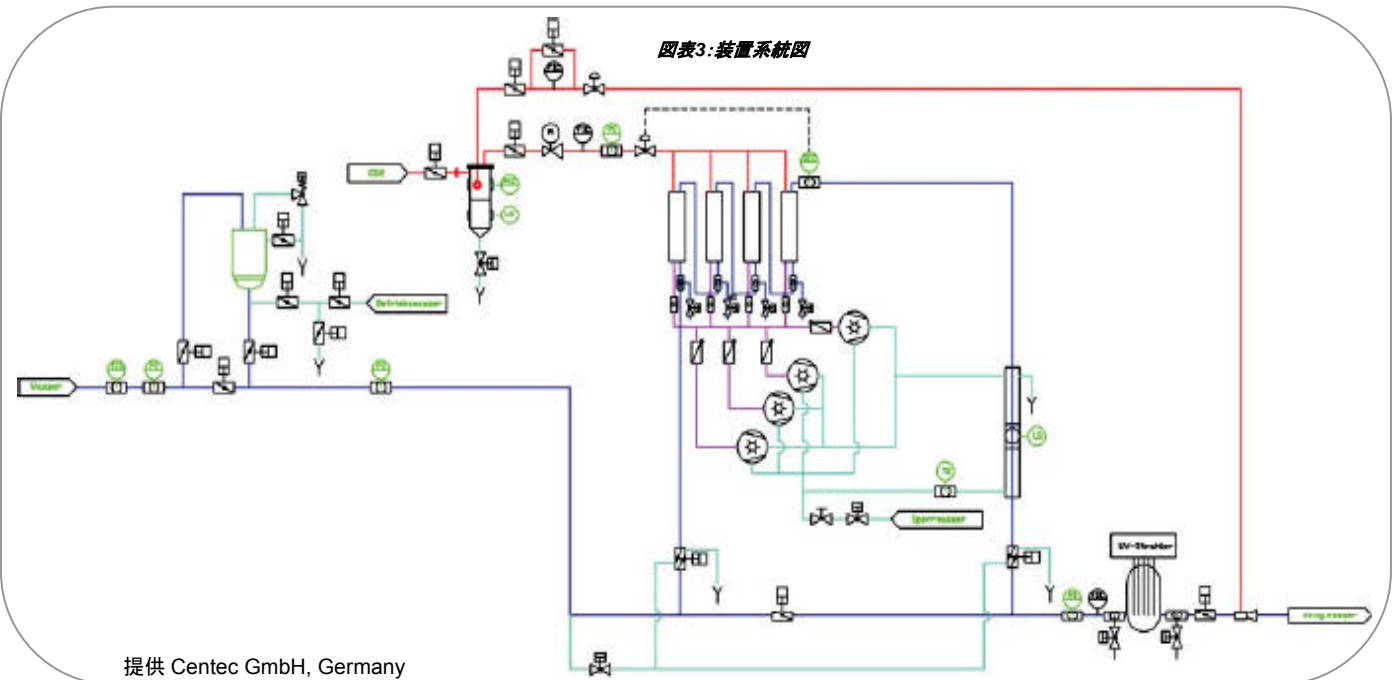
装置は2003年から運転されています。運転開始以来、トラブルもなくメンテナンスフリーで運転されています。

装置の運転方針として、ランニングコストの低減は最適化されました。追加の(自動弁、減圧弁、電動流量計、制御ソフト)などの投資費用は回収可能です。

水用脱気装置DGS 400は2003年10月から運転されており、トラブルもなくメンテナンスフリーで運転されています。



図表3:装置系統図



本製品の使用者は、その使用方法を十分に理解し、使用に精通している必要があります。本製品は所定の条件下で使用、保管する必要があります。本製品の製造上の欠陥以外については、明記の有無を問わず一切責任を負いません。本製品の使用方法における妥当性や適合性、健康や環境保護および本製品が含まれる安全性については、使用者が全責任を負うものとします。本書の内容は、可能な限り正確に記載しております。ただし、セルガード社およびその関連会社は、本書に含まれる情報の正確さや完全性に責任を負うものではありません。材料の妥当性、特許、商標、登録商標侵害についての最終的な判断は、使用者個人の責任で行ってください。製品の安全な使用方法に関しては、使用者個人の判断に委ねられています。いくつかの危険性については、本書に記載してありますが、これが危険の全てであることを保証するものではありません。

Liqui-Cel, Celgard, SuperPhobic, Minimodule は、Membrana-Charlotte (Celgard)社の登録商標 および NB は Membrana-Charlotte (Celgard)社の商標です。当社製品のいかなる特許、商標、登録商標または企業情報のいかなる権利も付与されるものではありません。

当社製品の最新情報を判断する保険として、当社ウェブサイトにある英語版文書をご覧ください。英語版文書は基準となる正式文書です。
©2008 Membrana - Charlotte A Division of Celgard, LLC (TB59_11-07 Jpn)

Membrana - Charlotte
A Division of Celgard, LLC
13800 South Lakes Drive
Charlotte, North Carolina 28273
USA
Phone: (704) 587 8888
Fax: (704) 587 8585

Membrana GmbH
Oehder Strasse 28
42289 Wuppertal
Germany
Phone: +49 6126 2260 - 41
Fax: +49 202 6099 - 750

Japan Office
Shinjuku Mitsui Building, 27F
1-1, Nishishinjuku 2-chome
Shinjuku-ku, Tokyo 163-0427
Japan
Phone: 81 3 5324 3361
Fax: 81 3 5324 3369

MEMBRANA
Underlining Performance

www.membrana.com
www.liqui-cel.com

A **POLYPOR** Company