

## Paulaner 酿酒厂脱气系统的优化

Centec DGS系统是采用疏水性的中空纤维膜在饮料工业的液体中水的脱气工艺的一种模块化设计。本篇文章包括了系统的设计，运行和因此降低的能量消耗成本。

气体传送分离是基于这样的原理，即水中的溶解性气体浓度和液体上面所接触的这些气体的分压成正比。（即亨利定律，图1）。

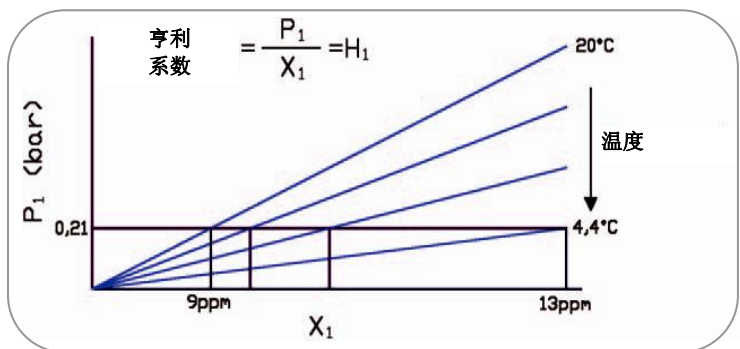
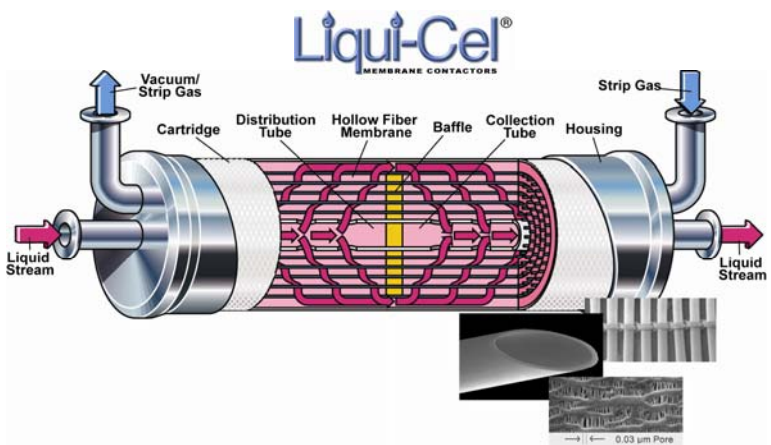


图.1: 亨利定律:  $P_1 = H_1 \cdot X_1$ ;  $P_1$  = 气体分压,  $H_1$  = 亨利系数,  $X_1$  = 溶解性气体浓度.

基于此，空气中氧的分压为0.21bar (3 PSI)。如果和水接触的气体的分压发生改变，那么，水中氧气分压也会随之改变。

### 采用中空纤维膜脱气

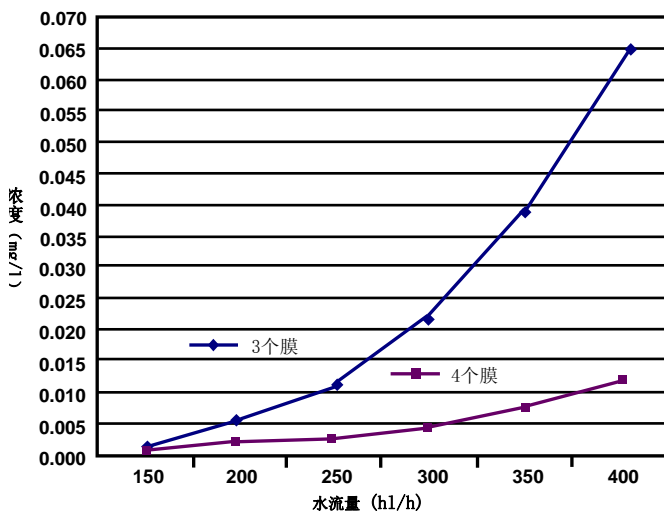
Liqui-Cel脱气膜元件（图2）内拥有体积小、接触面积大的特点。脱气膜采用中空纤维膜结构，液相和气相在膜的表面相互接触。由于膜是疏水性的，水不能透过膜，气体却能够很容易地透过膜。



为了最大地提高气体的传送分离效率，膜元件设置中央挡板从而使水放射型地流经中空纤维膜以增大接触面积。在中空纤维膜的内侧施加真空抽吸，同时辅以小量的CO2或N2吹扫。施加真空抽吸和气体吹扫的目的是为了将膜内的氧气分压降低至几乎为零。由于分压不同，因此水中的氧气的分压也就降到几乎为零。

气相和液相总是要趋向动态的溶解平衡点。又由于在气相中含氧很少，因而液相中的氧就不断由液相向膜内侧的气相移动，并由吹扫气体和真空抽吸带走。这就降低了水中的溶氧浓度。

图 2: 在水温恒定条件下，膜面积和流量的关系



### 采用膜组件的脱气系统

啤酒中含氧量高会影响啤酒的口感，因此，脱气系统的目的是为了得到无氧的水，它将用于啤酒制取过程的一下步骤，如：

- 过滤预涂工序；
- 前过滤和后过滤的运行
- 产品的加热杀菌工序
- 混合
- 啤酒及饮料的混合制作。

经过脱气后的水必须确保没有气体再渗入系统。

一些关键的部件会导致气体渗入系统如水泵的机械密封或法兰。

### 脱气单元的组件

Paulaner 酿酒厂脱气单元采用以下组件:

- 输水泵: 厂商: Fristam, 40 m<sup>3</sup>/h, 压力: 8 bar, 18.5KW
- 颗粒过滤器: 厂商: Filtrox, 过滤类型 (30支3微米的绝对过滤滤芯);
- 中空纤维膜脱气单元: 厂商: Centec, 脱气系统。采用4支10英寸Liqui-Cel脱气膜元件;
- 真空泵: 厂商: Sihi, Lema50, 4x1.5kW
- UV杀菌单元: 厂商: Wedeco Katadyn, 型号LBA50 (1050J/m<sup>2</sup>)
- 碳化: 厂商: Centec, Vortex-Venturi-Injector DN100
- PLC: 厂商: Siemens, SPS SS155U, CPU948, MMI (人机界面) & 屏幕纵览: 厂商: Siemens, Dimos X5

### 水中游离溶解氧的规范

脱气系统在 14° C 和最大流量400h<sup>1</sup>/h下能够使游离溶解氧达到< 0.02 mg/lm mg/1 (ppm)的要求。

控制单元依据水箱液位来控制变频输水泵。

如果只需要少量水取补充水箱时, 系统能够在低流量下运行。

水的流量越低, 则水在脱气膜接触时间越长, 因此脱气效率就越高。因此, 就会得到比原来设计的更低的游离溶解氧浓度。(见表 1.)

### 电力消耗的降低

需要运行的泵的数量取决于脱气系统的处理的流量。

如果只有需要处理少量的水, 那么脱气系统的产水量需求也较小。抽吸真空和吹扫气体对脱气系统效率具有重要影响。真空泵可以依据流量进行开/关。

表 1: 水中游离氧浓度和流量的关系:  
(水: 温度 ° C, 真空度: 100 mbar, CO<sub>2</sub> 消耗量: 9.3 Nm<sup>3</sup>/h)

流量 (h <sup>1</sup> /h)	Residual oxygen content (mg/1)
100	0.002
200	0.003
300	0.007
400	0.02

在单元出口, 安装有测溶解氧的测试探头。根据流量, 和测试的游离溶解氧的浓度, 然后决定运行2台, 或者3台或者4台真空泵。

### 降低 CO<sub>2</sub> 的消耗量

如上述, CO<sub>2</sub> 的消耗量取决于流量和进水的溶氧浓度。同时, 这也涉及到真空泵的运行数量。

在脱气单元的出口装有溶氧测试探头, 用于控制CO<sub>2</sub> 的消耗量。在此阶段, 系统必须避免真空泵的气蚀。

表2: CO<sub>2</sub> 消耗量和温度有关

水温度 (° C)	流量 (h <sup>1</sup> /h)	CO <sub>2</sub> 消耗量. (Nm <sup>3</sup> /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

表3: CO<sub>2</sub> 消耗量和流量有关。

流量 (h <sup>1</sup> /h)	CO <sub>2</sub> 消耗量 (Nm <sup>3</sup> /h)
100	ca. 10,0
200	ca. 9,3
300	ca. 8,7
400	ca. 8,1

### 模块化设计单元和可扩展性

脱气系统设计处理容量为400 h<sup>1</sup>/h, 且能够扩展到 600 h<sup>1</sup>/h.

要扩展此系统, 需在加设2支膜元件和1台真空泵. 2支膜元件可并联运行, 每套串联3支.

### 单元的化学清洗

中空纤维膜能够在 85 ° C进行清洗。对于清洗食物级单元, 可用浓度 1 到 3%的苏打水和磷酸进行清洗。

在苏打水和磷酸中不能加入任何的表面活性剂和添加剂。化学清洗的频度取决于单元的运行时间和微生物状况。

在 Paulaner酿酒厂每个月进行一次化学清洗。

单元的管道系统设有旁路, 从而允许UV系统分开进行清洁 (为保持 UV-灯干净)。

在脱气膜单元进口设有温度传感器, 以确保化学清洗液温度<85° C, 超过85° C, 化学清洗液则由旁通管流过从而确保膜的安全。

## 综述和备注

所述的脱气单元从2003年10月开始运行。自从安装以来，该系统一直稳定运行无需任何的维护。

系统的控制理念是在系统的运行中对降低运行费用进行优化选择。而对能耗优化的额外设备投资几乎可以忽略。（控制阀，减压器，带薪好输出的旋转流量计，额外的编程）。

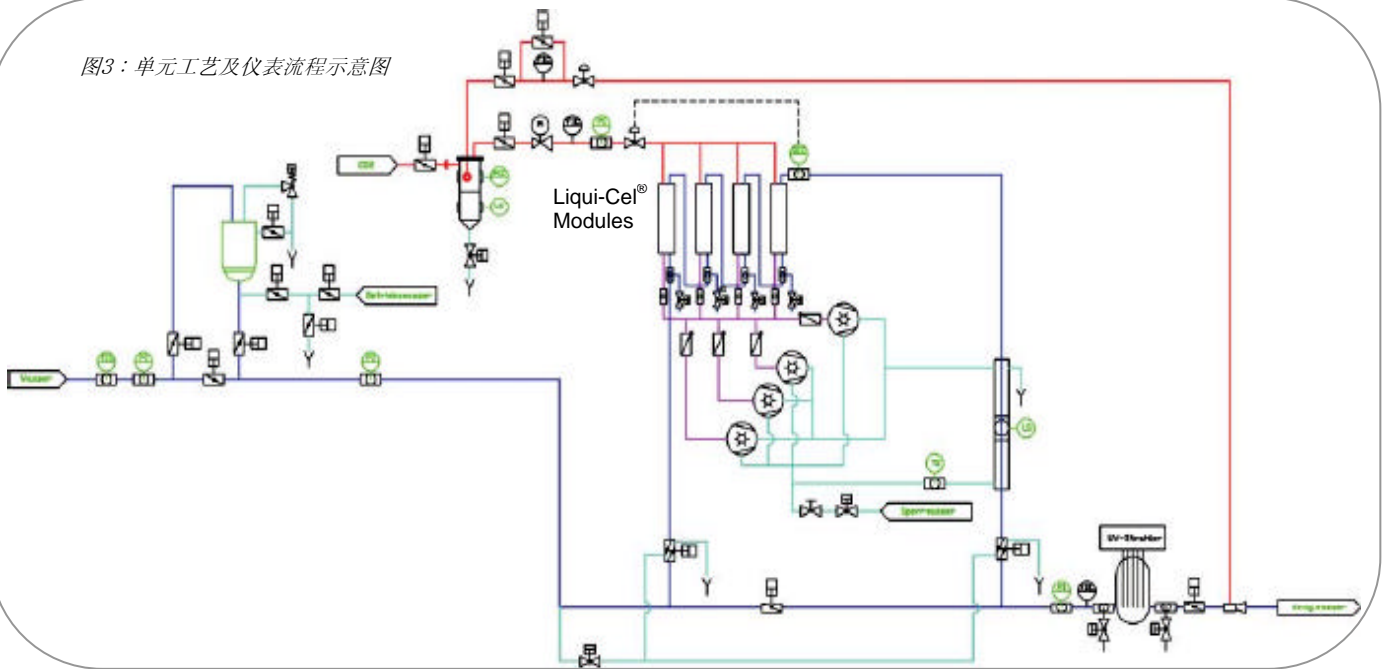
DGS 400脱气系统自从

200310月安装以来，一直稳定运行无需任何的维护。



这个刊物和德国Centec GmbH公司合作发表

图3：单元工艺及仪表流程示意图



本产品使用者应熟悉使用方法。本产品应在生产商规定的范围内进行维护。所有交易应遵守生产商的标准条款。购买者应对本产品的使用适用性和应使用本产品而导致的可能的与安全、健康、环境保护等负责。生产商保留对本文件修改的权利，无需事先通知使用者。如需了解有关最新条款，请与负责您的销售代表联系。所有在此列出的信息在我们最大限度的了解是准确的，然而，生产商及其附属机构不对由于在此列出的信息的不准确或不完整承担任何责任。用户应对材料、专利、商标或版权的适用性负责。用户应依据其独立调查和研究来确定相关材料使用的安全性和适用性。尽管我们可能已描述了使用本产品可能引起的某些危害，但我们不保证我们已经给出了所有可能的危害。

Liqui-Cel, Celgard, SuperPhobic 和 MiniModule 都是已注册商标，NB是Membrana-Charlotte的商标，Membrana-Charlotte是Celgard有限公司的一个附属机构。本条款不能被认为是对生产商或其他机构或个人使用任何与上述任何专利、商标或版权相冲突的建议或授权。

敬请垂询关于我们产品的最新信息，请查阅在我们网站上的英文文献。我们的所有文件以英文文件为准

©2008 Membrana - Charlotte A Division of Celgard, LLC (TB59\_11-07 CHN)

**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: +49 202 6099 - 658  
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.liqui-cel.com](http://www.liqui-cel.com)

A **POLYPORE** Company