

# Umgekehrte Osmose



# TH - 71

## Osmotischer Druck einer Zuckerlösung

## Thermodynamik

Folie  Dia  Film  Video  PC-Programm  Sonstiges Anz. Blätter: 2 Datum: 05.07.01

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: *Dollhopf W.*

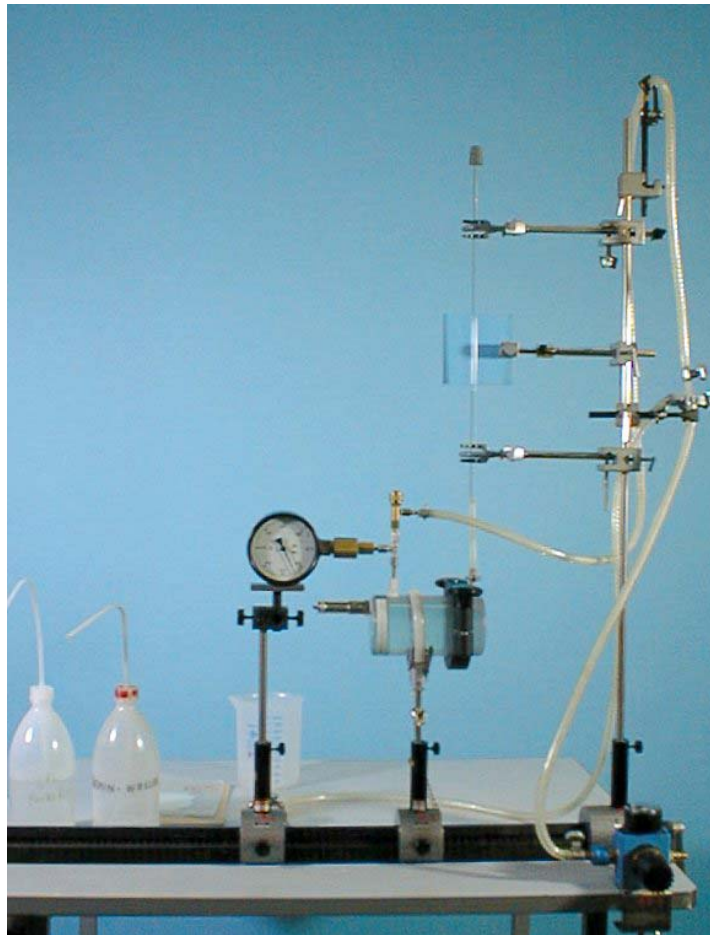
Stichworte: Osmotischer Druck: Messung mit der Filtrationszelle; Umgekehrte Osmose

Zweck: Messung des osmotischen Drucks einer 0,1 n Zuckerlösung mit Hilfe einer Filtrationszelle (umgekehrte Osmose).

Zubehör:

- Druckzelle (Filtrationszelle) mit Zubehör ( PE-Scheibe, Papierscheiben, Membran, O-Ring, T-Stück mit Hahn, Satz Druckluftschläuche) {38-3}
- 0,1 normale Zuckerlösung (34,2 g Zucker auf 1 Liter Wasser){38-3}
- Kapillare {38-3}
- Manometer 0 – 6 bar mit Übergangsstück {19-1}
- Regelventil für Druckluft {19-1}
- Schlauchklemme {5-9}
- 2 Kameras (Manometer und Kapillare) {60}

Bild:

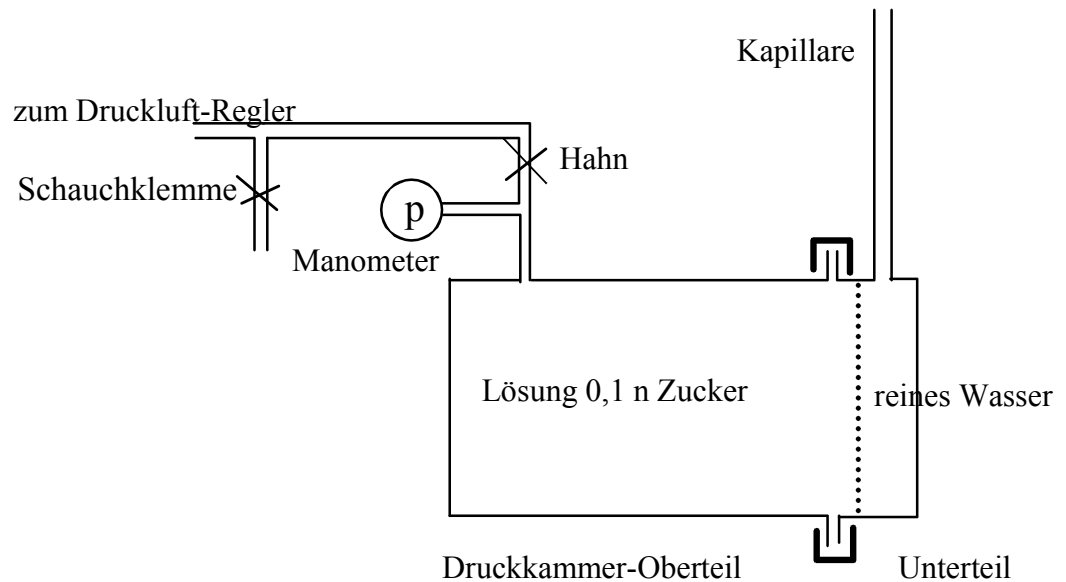


Aufbau:

Membranen müssen stets in Wasser aufbewahrt werden !

1. Unterteil der Druckzelle mit Wasser füllen, Polyethylenplatte einlegen, 2 Scheiben Tyvec-Papier drauf, Membrane einlegen, O-Ring einlegen
2. Leeres Oberteil drauf setzen und mit den Klammern verbinden: Öffnungen auf der gleichen Seite.
3. Druckzelle so mit Klammer befestigen, dass beide Anschlüsse nach oben weisen.
4. Auf der Reinwasserseite Schlauch mit Wasser füllen und Kapillare ansetzen.
5. Auf der Lösungsseite Lösung einfüllen (0,1 normal: 34,2 g Zucker auf 1 Liter Wasser); zum Einfüllen am Spritzflasche mit Spitze benutzen.
6. Manometeranordnung so gut wie möglich mit Lösung füllen, aufsetzen und von Hand anschrauben.
7. Pressluftschlauch auch teilweise mit Lösung füllen und dann anschließen. Alle Verbindungsschellen mit Schlauchschellen sichern

Schema:



Durchführung:

Beim ersten Druckgeben legt sich die Membrane an: es kommt etwas Wasser heraus.  
Den Druck auf 2 bar ( $< \Pi = 2,2$  bar für 0,1 n): Wassersäule steigt nicht weiter.  
Dann Druck auf 3 oder 4 bar: Wassersäule steigt.  
Der höchste Druck, bei dem die Wassersäule nicht steigt ist der osmotische Druck  $\Pi$ .

Hinweis:

Dieses Prinzip der umgekehrten Osmose (englisch RO, reverse osmosis) wird zur Wasserfiltration und zur Meerwasserentsalzung eingesetzt, siehe untenstehenden Bericht.

Bericht über eine Anlage zur Entsalzung von Meerwasser in Spanien (für die Landwirtschaft):

## Hauptstudienexkursion - Wasserwirtschaft in Spanien

Protokoll vom 03.10.2000

Protokollantinnen: Katrin Kuhlee und Jasamin Boutorabi

### 1. Besuch der Meerwasserentsalzungsanlage in Mazzaron

Comunidad de Regantes de Mazzaron

Die erste Phase der Entsalzungsanlage zur Umwandlung von salzhaltigem Meerwasser zu Süßwasser ist seit 1995 in Betrieb. Sie besteht aus vier Osmose-Anlagen (**umgekehrte Osmose**) und produziert seitdem täglich 10.000 m<sup>3</sup> Süßwasser.

In der zweiten Phase, 1998, wurden zwei Gebäudekomplexe angebaut, so dass in insgesamt fünf Linien ebenfalls durch das Prinzip der umgekehrten Osmose täglich 15.000 m<sup>3</sup> Süßwasser produziert werden.

Bei einem Betrieb von 24 Stunden werden damit insgesamt 25.000 m<sup>3</sup>/ täglich und somit ca. 1000 m<sup>3</sup>/h an Süßwasser gewonnen.

Das Wasser wird aus 8 Brunnen entnommen, die 100m tief sind und jeweils 80 - 90 l/s liefern.

50% des hochgepumpten Wassers werden genutzt. Das durch die Entsalzungsanlage entfilterte Salz wird mit den anderen 50% des Wassers ins Meer zurückgeleitet. Für das Rückpumpen des hochkonzentrierten Salzwassers werden drei Pumpstationen betrieben.

Die Entsalzungsanlage liegt auf 30 m Höhe. Die Gewächshäuser liegen auf 100 m, so dass ein nochmaliges Höherpumpen notwendig ist.

Es erfolgt ein Anbau von Gemüsekulturen, deren Fruchtfolge nach Bedarf wechselt. Es gibt keine Baumkulturen, lediglich Melonen werden nicht unter Folie kultiviert. Das Wasser wird durch Rohrleitungen mit einer Gesamtlänge von 100 km auf die Bewässerungsfelder transportiert. An den manuell zu bedienenden Wasserentnahmestellen gibt es Zählstationen, die kontrollieren, wie viel Wasser die Landwirte monatlich entnehmen und zu zahlen haben.

400 m<sup>3</sup> Bewässerungswasser werden pro ha, pro Monat ausgegeben. 3600 ha Land sind durch die Comunidad zu bewässern.

Das Wasser wird aus Tiefbrunnen entnommen, da es weniger salzhaltig und durch die Bodenfilterung sauberer ist. Direkte Meerwasserentnahmen hätten zur Folge, dass zusätzlich Algen, Bakterien und andere Verschmutzungen rausgefiltert werden müssten.

Da die Nutzung des gewonnenen Salzes nicht als Aufgabe der Comunidad betrachtet wird, bleibt es ungenutzt und wird ins Meer zurückgeleitet.

Zur Klärung der Frage welchen Einfluss Wasserentnahmen aus Tiefbrunnen auf Grundwasserleiter haben, gibt es eine Studie. Diese besagt, dass 9-10 g/m<sup>3</sup> Salz im Grundwasser ursprünglich als normal eingestuft wurde. Derzeit weist das hochgepumpte Wasser 20-30 g/m<sup>3</sup> auf. Dies hat zur Folge, dass die Entsalzung immer teurer wird und das zusätzlich entnommene Wasser aus privaten Tiefbrunnen der Landwirte ebenfalls erhöhte Salzwerte aufweist.

Der Betrieb der Anlage durch regenerative Energien ist nicht lukrativ, da stündlich eine Leistung von 4500 KW/h à 27-28 pst erbracht werden müsste. Seit der Liberalisierung des Energiemarktes zahlt der Betrieb 6 pst pro KW/h.

1000 Landwirte teilen sich die 3600 ha Land, gehören zur Comunidad und sind gleichzeitig Besitzer der Entsalzungsanlage. Sie zahlen 45-47 pst pro m<sup>3</sup> Wasser. In diesem Preis sind alle Instandhaltungskosten der Anlage enthalten. Mit dieser Kapazität ist diese Anlage eine der größten und billigsten Gesamtspaniens. Einzelne kleine Gruppen von Landwirten unterhalten eigenständig kleinere Entsalzungsanlagen. Bis zu 500.000 m<sup>3</sup> dürfen jährlich von diesen kleinen Anlagen entsalzt und genutzt werden.

Von der Comunidad werden 4 weitere Brunnen am Segura Fluss betrieben, die jeweils etwa in 150 m Entfernung am Fluss liegen. Der Segura wird zur Durchleitung des Wassers in den Trassvase genutzt. Die Entnahme des Wassers aus diesem Kanal kostet die Comunidad 37

pst pro m<sup>3</sup> und ist damit billiger, als das entsalzte Wasser aus der Anlage.

Das hochgepumpte Wasser hat einen Salzgehalt von 46 g/m<sup>3</sup>, nach der Entsalzung beträgt der Salzgehalt nur noch 0,8-0,9 g/m<sup>3</sup>. Der Salzgehalt des aus 400-500 m tiefen, privaten Brunnenwassers beträgt 6-8 g/m<sup>3</sup>. Durch die Mischung des eigenen Wassers mit dem, durch umgekehrte Osmose gereinigtem Wasser wird der Salzgehalt auf 1-2 g/m<sup>3</sup> gedrosselt. Tomaten vertragen 2-3g/m<sup>3</sup>, hingegen vertragen Melone, Mandeln und Blumenkohl sowie Sommeranbauarten höhere Salzgehalte.

Die Amortisierung der Anlage erfolgt zu 60% in 12 Jahren. Die restlichen 40% werden in Form von Subventionen, Zuschüssen und Förderungen erbracht. Die Gesamtkosten der Anlage betragen 1.400.000.000 pst für fünf Linien.

Die Entsalzung des Meerwassers erfolgt durch umgekehrte Osmose. Das Wasser wird durch hochempfindliche, **maßgeschneiderte Membranen** mit einem **Druck von 60 bar** geleitet. Vorher wird es mittels 2er Filter gereinigt, um diese Membranen vor mechanischer Beschädigung zu schützen. Auf jede Membran erteilen die Hersteller eine Garantie von 6 Jahren, danach müssen sie ausgetauscht werden.

Folgender Ablauf findet statt:

1. Sandfilterreinigung
2. Wattefilterreinigung
3. Druck auf 60 bar bringen
4. Durch den gewaltigen Druck werden 50% des Wassers von innen nach außen durch die Membran gedrückt (inverse Osmose). Im Inneren bleibt eine dicke "Suppe" (Schmutzwasser) zurück. Dieses wird mit erhöhtem Salzgehalt zurück ins Meer gepumpt. Das Wasser, welches die Membran durchdrungen hat, weist einen Salzgehalt von 1g/m<sup>3</sup> auf. Die Membranen sind auf diesen Zielwert speziell ausgerichtet und hergestellt.