

Prom. Nr. 1966

**Untersuchungen über die Elektrodialyse  
von Tönen und synthetischen Kationen-  
Austauschern**

Von der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich  
zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
genehmigte

**P R O M O T I O N S A R B E I T**

vorgelegt von  
**JOST EDUARD VON FELLEBERG**  
von Bern

Referent: Herr Prof. Dr. H. Deuel  
Korreferent: Herr Prof. Dr. W. D. Treadwell

1952  
Juris-Verlag, Zürich

## F. ZUSAMMENFASSUNG.

- 1) In der vorliegenden Arbeit wird ein handlicher Elektrodialysator, der sich aus vier konzentrischen Zylindern aus Plexiglas zusammensetzt, beschrieben. Er gestattet in einfacher Weise die quantitative Verfolgung des Elektrodialyseprozesses.
- 2) Bentonite, Permutite und organische Kationenaustauschharze bekannter Umtauschkapazität und mit bekannten Mengen an verschiedenen Gegenionen wurden unter möglichst standardisierten Bedingungen (110 V, 12°C, Schütteln der Apparatur, Spülgeschwindigkeit in Anoden- und Kathodenkammer) der Elektrodialyse unterworfen. Es wurde die Geschwindigkeit des Austausches der metallischen Kationen gegen Wasserstoffionen ermittelt (Elektrodialyse-Zeit-Kurven).
- 3) Neben den Elektrodialyse-Zeit-Kurven wurde stets auch die Spannungsverteilung auf Anoden-, Mittel- und Kathodenkammer mit der Zeit verfolgt. Es war nicht möglich, die Spannungsverteilung konstant zu halten. Sehr vorteilhaft erwies sich, als Anodenspülflüssigkeit  $n/500$  HCl zu verwenden, da auf diese Art der Spannungsabfall in der Anodenkammer gering und weitgehend konstant gehalten werden konnte.
- 4) Es zeigte sich allgemein, dass die Elektrodialysegeschwindigkeit umso grösser ist, je geringer der Spannungsabfall in der Mittel- und je grösser er in der Kathodenkammer ist.
- 5) Bei völlig gesättigtem, wenig quellbarem italienischem Bentonit zeigte sich, dass Li und Na rascher als K und andererseits K bedeutend rascher als Ca und Ba bei der Elektrodialyse durch Wasserstoffionen ersetzt werden.
- 6) Die Elektrodialysegeschwindigkeit beim gleichen Bentonit, der jedoch nur zu 20 % mit Metallkationen gesättigt war, erfolgte bedeutend rascher als bei völliger Sättigung. Dieser Unterschied wird vor allem auf die erhöhte Leitfähigkeit in der Mittelkammer, die eine Folge der erhöhten Bentonitkonzentration ist, zurückgeführt. Steigende Ionenhydratation und verminderte Ionenladung erhöhen in ähnlicher Weise die Leitfähigkeit in der Mittelkammer und daher auch die Elektrodialysegeschwindigkeit.

- 7) Stark quellfähiger Wyoming-Bentonit gibt die basischen Kationen bedeutend rascher ab als der weniger quellfähige italienische Bentonit.
- 8) Elektrodialyseversuche an Li-Permutit zeigten, dass der Austausch gegen Wasserstoffionen umso rascher erfolgt, je geringer die Teilchengrösse ist.
- 9) Bei der Elektrodialyse von Permutiten mit verschiedenen Gegenionen gilt für die Alkali-Ionen die lyotrope Ionenreihe. Bei den Erdalkaliionen zeigt sich jedoch eine Umkehr der Reihe. Das Mg-Ion wurde am schwersten und Sr und Ba am leichtesten abgelöst.
- 10) Bei Na-Salzen von synthetischen, organischen Kationenaustauschern zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit der Elektrodialysegeschwindigkeit von der Konstitution des Austauschharzes. Der Austauscher mit schwach dissoziierten Carboxylgruppen gibt die Na-Ionen bedeutend leichter ab als der Austauscher mit stark dissoziierten Sulfosäuregruppen.
- 11) Der nur zur Hälfte gesättigte synthetische Carboxylgruppen-Austauscher hält die Gegenionen fester zurück als der vollständig gesättigte.
- 12) Am synthetischen Carboxylgruppenaustauscher haften die Erdalkaliionen bedeutend fester als die Alkaliionen.
- 13) Der Elektrodialyseprozess wird in einer theoretischen Betrachtung mit gewöhnlichen Ionenaustauschreaktionen verglichen. Bei der Elektrodialyse von Salzen von Kationenaustauschern handelt es sich um einen erzwungenen Eintausch von Wasserstoffionen. Es wurden weitgehend die gleichen Gesetzmässigkeiten wie beim Ionenumtausch mit Säuren gefunden. Es wird gezeigt, dass eine quantitative Theorie der Elektrodialyse wegen zahlreicher, schwer kontrollierbarer Faktoren nicht aufgestellt werden kann.