

Wasseraufbereitungsanlagen einer neuen Generation Dialyse-Gesundheitsschäden wie Amyloidose verhindern

Die AB-Amyloidose leitet sich vom Beta₂-Mikroglobulin ab, einem Protein, das sich im Verlauf langjähriger Dialyse im Blut anreichert. Die Ablagerung der abnorm veränderten Proteine als Fibrillen bzw. Amyloide im Interstitium führt typischerweise zu einem Karpaltunnelsyndrom sowie zu schmerzhaften Ablagerungen in den Gelenken. Verhindert werden können endoto-

xininduzierte Gesundheitsschäden wie die Beta₂-Mikroglobulin-Amyloidose durch steriles, endotoxinfreies Dialysatreinwasser. Um die Beta₂-Mikroglobulinwerte zu reduzieren, entwickelten die Ingenieure der Herco Wassertechnik eine neue Generation von Wasseraufbereitungs- und Versorgungsanlagen, die Dialyseanlagen jeden Typs versorgen können.

Bessere Reinwasserqualität durch neue Kunststoffmembran

Entwicklungsziel war, eine noch bessere Reinwasserqualität (kolo-nienbildende Einheiten [KBE] < 8, Endotoxine unterhalb der Nachweisgrenze) auf Jahre oder Jahrzehnte konstant im System zu halten, um endotoxininduzierte Gesundheitsschäden der Patienten zu minimieren. Trotzdem sollten keine zeitaufwändigen chemischen Desinfektionen notwendig werden. Mit der neu entwickelten, regelmäßigen vollautomatischen ganzheitlichen thermischen Desinfektion des kompletten Versorgungssystems ist dies nun möglich – beginnend mit der Umkehrosmose, der Ringleitung bis hin zu den totzonenfreien Maschinenzulaufschläuchen, die als Doppelschlauch zur ständigen Durchströmung auch bei abgekoppelten Dialysegeräten durchströmt werden.

Nur ausgewählte Kunststoffe oder hochwertigere Metalle sind temperaturbeständig genug, um den Druck- und Temperaturanforderungen der thermischen Desinfektion gerecht zu werden. Für die Armaturen und die Verbindungselemente wurde nach langen Überlegungen ein hochwertiger Edelstahl ausgewählt.

Die ersten Versuche, die Umkehrosmosemembranen thermisch zu reinigen, zeigten schnell, dass die herkömmlich verwendeten Membranen dafür nicht geeignet waren. Denn nach der thermischen Desinfektion der Membranen wurde deren Reinwasserleistung stetig geringer. Sie waren also thermisch nicht ausreichend belastbar.

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Forschungsinstituten ermittelten die Ingenieure daher ein Membranmaterial, bei dem diese Eigenschaften nicht auftraten. Um die Lebensdauer und die Belastbarkeit zu testen, wurde das Material gemäß den in der Kunststoff-Produktentwicklung üblichen Alterungstestverfahren unterzogen. Anschließend wurde das Material 200 000-mal mit

Abb. 1 Endotoxine unterhalb der Nachweisgrenze

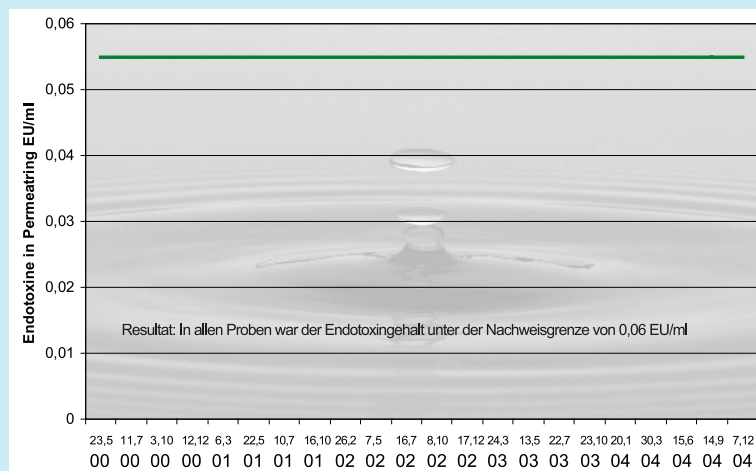
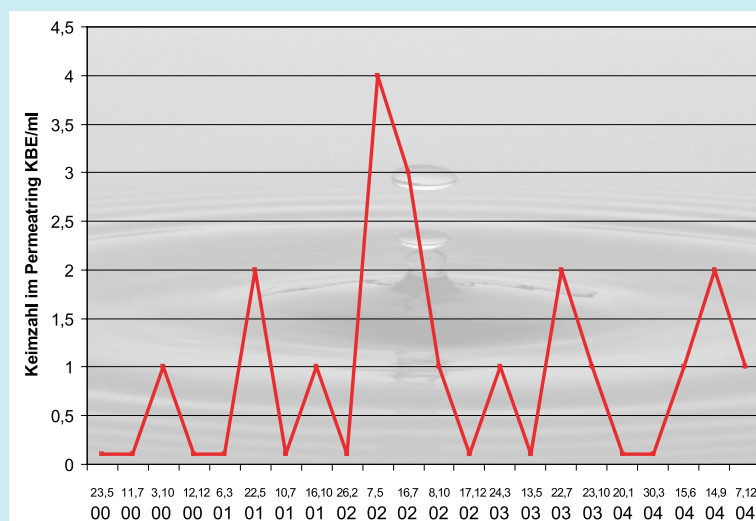


Abb. 2 Geringe Keimzahlen



Druck und Temperatur belastet. Erst nach diesen Dauertests, nach denen die Membraneigenschaften unverändert blieben, wurden die Materialien für eine Prototypproduktion freigegeben.

Wärmeisolierung und neue Verbindungselemente

Bei der thermisch desinfizierbaren Ringleitung zeigte sich, dass die Isolierung einer der wichtigsten Faktoren ist. Selbst bei einer 100%igen Isolierung war je nach Material der Ringleitung ein Temperaturverlust von 2–5°C je 100 Meter Leitungslänge nachzuweisen. Wesentlich besser als bei Edelstahl war die Energiebilanz bei der Verwendung eines vernetzten Polyethylens. Um jedoch über die komplette Ringleitungslänge eine konstante Temperatur zwischen 90 und 95°C zu erzielen, war die Verwendung von einzelnen Nachheizelementen unumgänglich.

Ebenso wichtig war die unterschiedliche Wärmeausdehnung der einzelnen Materialien. Bei Standardverbindungen zeigten sich nach einiger Zeit vermehrt Undichtigkeiten an den Verbindungsstellen. Erst Verbindungselemente, welche die un-

Wichtige Fragen der Entwicklungsphase

- Welche Materialien sind einzusetzen, um thermisch desinfizieren zu können?
- Sind die Umkehrosmosemembranen thermisch belastbar und wie lange wird die Standzeit der Membranen sein?
- Hat die thermische Belastung Auswirkungen auf die Porengröße der Umkehrosmosemembranen, und welche Reinwasserqualität wird danach mit der thermisch desinfizierten Membran zu erzielen sein?
- Welche Maßnahmen sind erforderlich, um die komplette Ringleitung über deren gesamten Verlauf auf einer Temperatur von 90–95°C zu halten?
- Wie wird sich die Wärmeausdehnung der verschiedenen Materialien auf die Dichtigkeit und die Lebensdauer des kompletten Systems auswirken?

Abb. 3 Konstante Permeatqualität

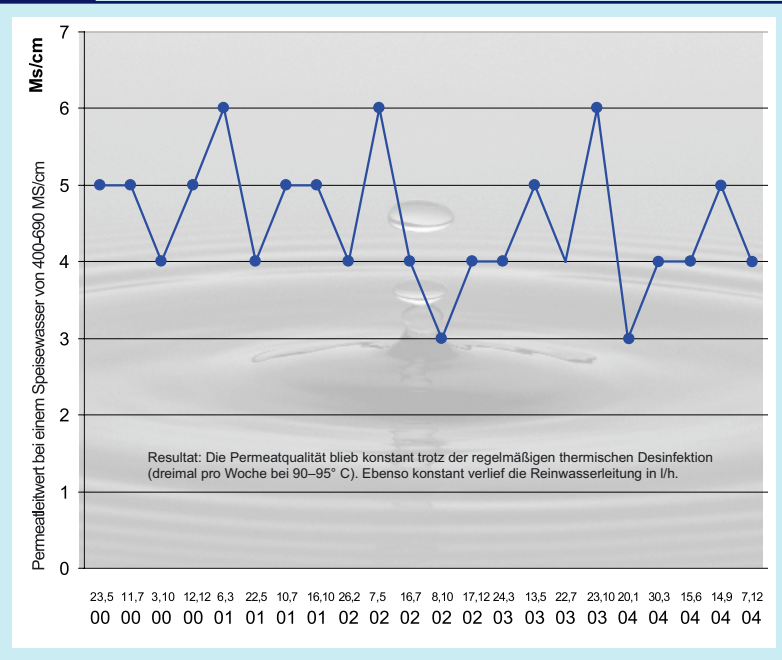
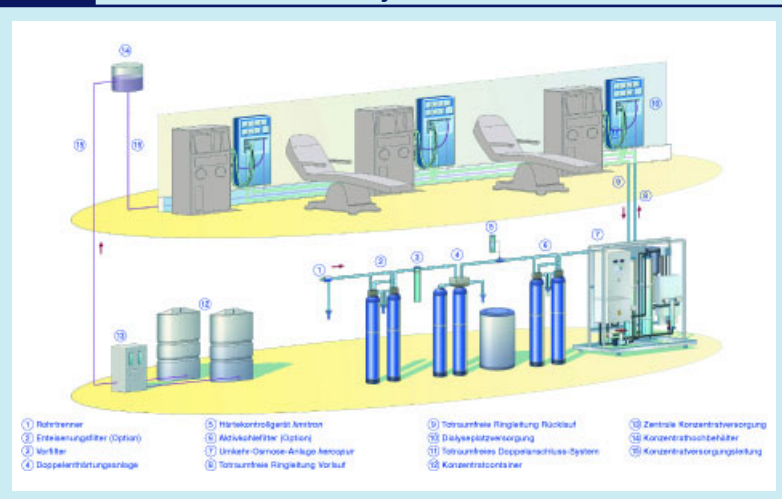


Abb. 4 Ganzheitliches Herco-System



terschiedliche Wärmeausdehnung der verschiedenen Materialien bei hohen Temperaturschwankungen ausgleichen, lösten diese Leckageprobleme. Bei langen Ringleitungen fangen zusätzliche Dehnungsschenkel die temperaturbedingten Längenausdehnungen auf.

Im Testbetrieb überzeugte die komplett thermisch desinfizierbare Reinwasserversorgung mit ihren Ergebnissen, die im täglichen Dialysebetrieb immer wieder bestätigt werden. Denn alle nach diesem Verfah-

ren gebauten Anlagen zeigen konstant die in den Diagrammen aufgedruckten, beständigen Reinwasserwerte. **D**

Korrespondenzadresse

Gerhard Jäger
Abteilung Medizinische Produkte
Herco Wassertechnik GmbH
Planckstr. 26
71691 Freiberg
eMail: dialyse@herco-wt.de