

Hohlfasern, die Leben retten

Dreimal pro Woche, vier Stunden am Stück: in dieser Zeit wird bei der Dialyse – im Volksmund «Blutwäsche» genannt – das Blut der Patientinnen und Patienten gereinigt. Wie dies technisch funktioniert, erklärt Beat Allemann.

TEXT TERESA SCHMIDT BILDER ANJA GERBER / CONRAD VON SCHUBERT

Die zwei benötigten Grundkomponenten für die Dialyse sind Trinkwasser und Blut. «Das Trinkwasser, das für die Dialyse verwendet wird, durchläuft vom Eintritt ins Spital Emmental bis an die Dialysemaschine mehrere Reinigungs- und Aufbereitungsschritte», erklärt Beat Allemann, Abteilungsleiter Nephrologie am Spital Emmental. Es fliesst in einen Grob- und einen Feinsedimentfilter – zur Entfernung von Rost, Sand und Schwebstoffen –, die Partikel bis zu einer Grösse von fünf Mikrometern (0,005 Millimetern) zurückhalten. Die weitere Wasserbehandlung besteht darin, Calcium und Magnesium mittels eines Harzbettes aus dem Trinkwasser zu entfernen. Das Harz ist im betriebsbereiten Zustand mit Natriumionen belegt. Wird nun hartes Wasser über das Harzbett geleitet, werden die im Wasser enthaltenen Calcium- und Magnesiumionen gegen die im Harz vorhandenen Natriumionen ausgetauscht.

Umkehrosmose und Zufuhr von Elektrolyten

Am Ende der Wasseraufbereitung steht die Umkehrosmose. In der Umkehrosmose wird das Weichwasser mit einem Druck von 15 bis 25 Bar durch eine semipermeable (halbdurchlässige) Membran gepresst. Diese wirkt wie ein Filter mit einer Filtrationsfeinheit von 0,0005 Millimetern. So werden 95 Prozent aller Ionen und gelösten organischen Substanzen – Mikroorganismen, Viren und Partikel – entfernt. Nach Passage der Membran und einer permanenten Desinfektion (UV-Anlage) entsteht das sogenannte Permeat: entionisiertes, steriles Reinwasser. Für einen Liter Permeat braucht es zwei Liter Weichwasser.

Das aufbereitete Permeat wird von der Aufbereitungsanlage im Untergeschoss des Spitals Emmental nach oben in das Dialysegerät gepumpt. «Im Dialysegerät werden in einem letzten Schritt die lebensnotwendigen Elektrolyte wie Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlorid und Glukose in einer vordefinierten Menge beigemischt», sagt Beat Allemann. Um den Säure-Basen-

Haushalt im Blut auszugleichen, wird dem Permeat zudem eine Puffersubstanz in Form von Bicarbonat zugefügt. Es entsteht die sogenannte Dialysierflüssigkeit.

Ablauf einer Hämodialyse

Der Anschluss an das vorbereitete Dialysesystem des Dialysegerätes erfolgt durch einen chirurgisch angefertigten Zugang zum Gefässsystem der Patientin oder des Patienten, die sogenannte arteriovenöse Fistel. Dabei wird eine direkte Verbindung von der Arterie zur Vene geschaffen, sodass ein grosses Blutgefäss entsteht, an das die Dialysemaschine angeschlossen werden kann.

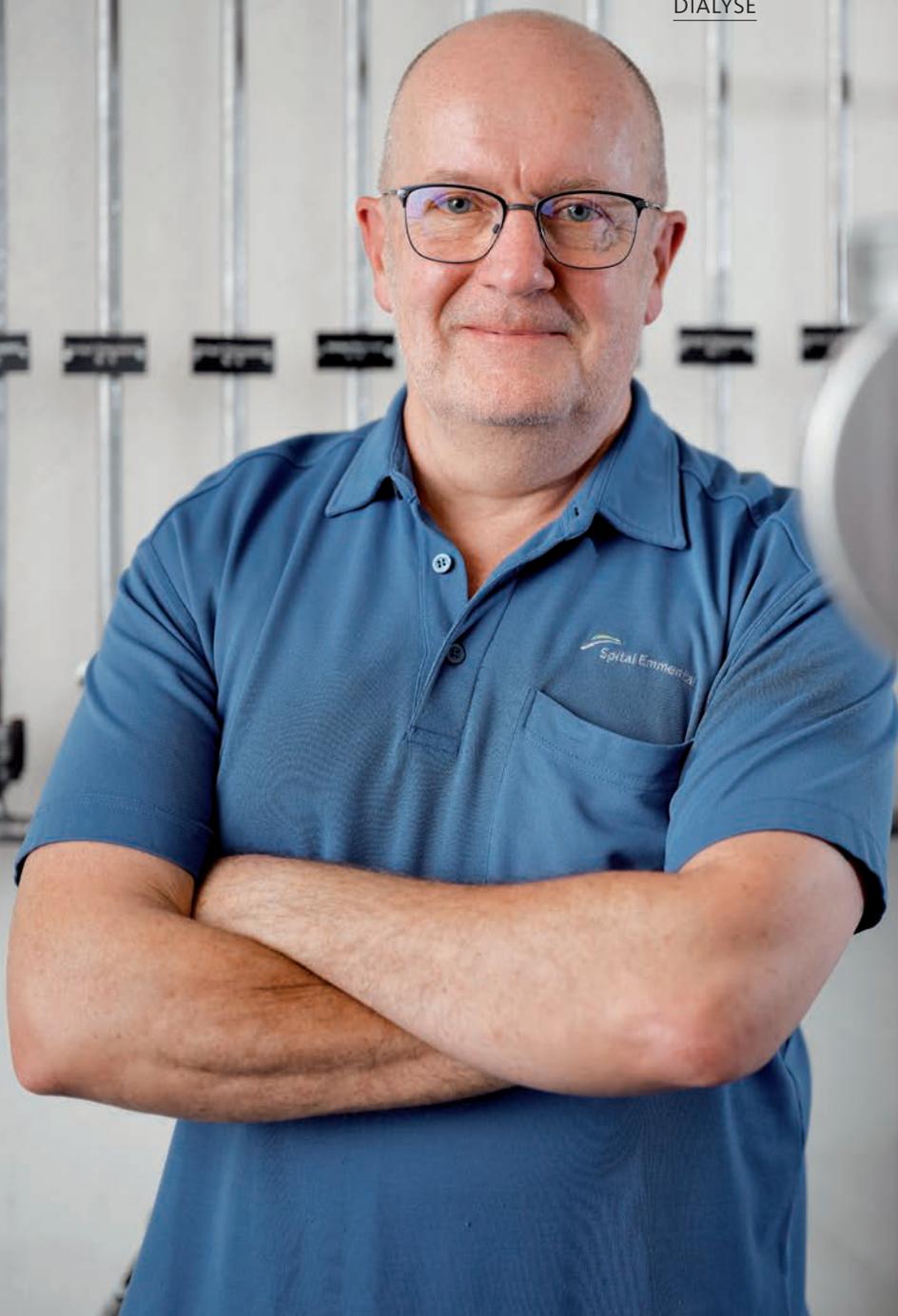


Das Blut wird über einen definierten Zeitraum durch eine Blutpumpe fortbewegt, die einen Unterdruck erzeugt und somit einen fortlaufenden Fluss (Transport) durch das Schlauch- und Filtersystem bewerkstelligt. Nach der Passage des Blutes durch das Dialysesystem wird das Blut der Patientin oder dem Patienten fortlaufend wieder zurückgeführt.

Funktionsweise der Hohlfasern

Die einzelnen Fasern im Dialysator sind hohl und semipermeabel, was bedeutet, dass sie nur für bestimmte Stoffe durchlässig sind. Die Dialysierflüssigkeit umfliesst die Hohlfaser, während das Blut in der Hohlfaser fliesst. Der Stoffaustausch (Elektrolyt- und Säure-Basen-Korrektur) zwischen dem Blut der Patientin oder des Patienten und der Dialysierflüssigkeit und eine Entfernung der harnpflichtigen Substanzen wie Harnstoff oder Kreatinin finden durch Diffusion (Teilchenwanderung von hoher zu tiefer Konzentration) statt. Die Entfernung von überschüssigem Wasser geschieht durch einen definierten Überdruck auf der Blutseite und einen definierten Unterdruck auf der Wasserseite. Auf diese Weise wird überschüssiges Wasser bei den Patientinnen und Patienten abgepresst, die zu wenig Urin ausscheiden.

Beat Allemann, Abteilungsleiter Nephrologie und Dipl. Pflegefachmann, im «Untergrund» des Spitals Emmental, wo das Wasser für die Dialyse aufbereitet wird.



Peritonealdialyse (Bauchfelldialyse)

Als Alternative zur Hämodialyse im Spital können Betroffene auch für die Peritonealdialyse, also die Dialyse zu Hause, geschult werden. Hier findet die Blutreinigung in der Bauchhöhle statt – also nicht ausserhalb, sondern innerhalb des Körpers.

Über einen Peritonealdialysekatheter (operativ im Bauchraum eingelegter Katheter) füllt man sich selbst über ein spezielles Schlauchsystem die Dialysierflüssigkeit (1,5 bis 2 Liter speziell aufbereitete, sterile Flüssigkeit) direkt in die Bauchhöhle ein. Zwischen Blut und Dialysierflüssigkeit befindet sich dann nur noch eine dünne Haut, das Bauchfell (Peritoneum). Diese gut durchblutete Haut kleidet die Bauchhöhle aus und umhüllt Organe wie den Dün- oder den Dickdarm. Bei der Peritonealdialyse wird das Peritoneum als semipermeable (halbdurchlässige) Membran genutzt: Aus seinen Blutgefässen wandern die Schadstoffe via Diffusion in die Dialysierflüssigkeit.

Die Dialysierflüssigkeit enthält Zucker, der Wasser aus dem Blut in den Bauchraum zieht. Das funktioniert über Osmose. Dieses Prinzip kennen viele aus dem Alltag – zum Beispiel, wenn man eine Schüssel frisch geschnittenes Obst mit Zucker bestreut. Der Zucker zieht das Wasser aus dem Fruchtfleisch und nach einer Weile schwimmen die Fruchtstücke im Fruchtsaft. Dasselbe Prinzip nutzt man bei der Peritonealdialyse, um den Körper von überschüssigem Wasser zu befreien.

Nach einigen Stunden lässt man die Dialysierflüssigkeit wieder ab und füllt erneut frische Dialysierflüssigkeit nach, damit der Austauschprozess von Neuem ablaufen kann. Alternativ nutzen einige Betroffene für den Flüssigkeitswechsel ein Gerät (Cycler), an das sie über Nacht angeschlossen bleiben. «Grundsätzlich schafft die Peritonealdialyse mehr Freiheit für die Betroffenen, sofern sie bereit sind, mit einem dauerhaften Katheter im Bauch zu leben, und die Verantwortung für die Dialysetherapie selbst in die Hand nehmen», sagt Beat Allemann.