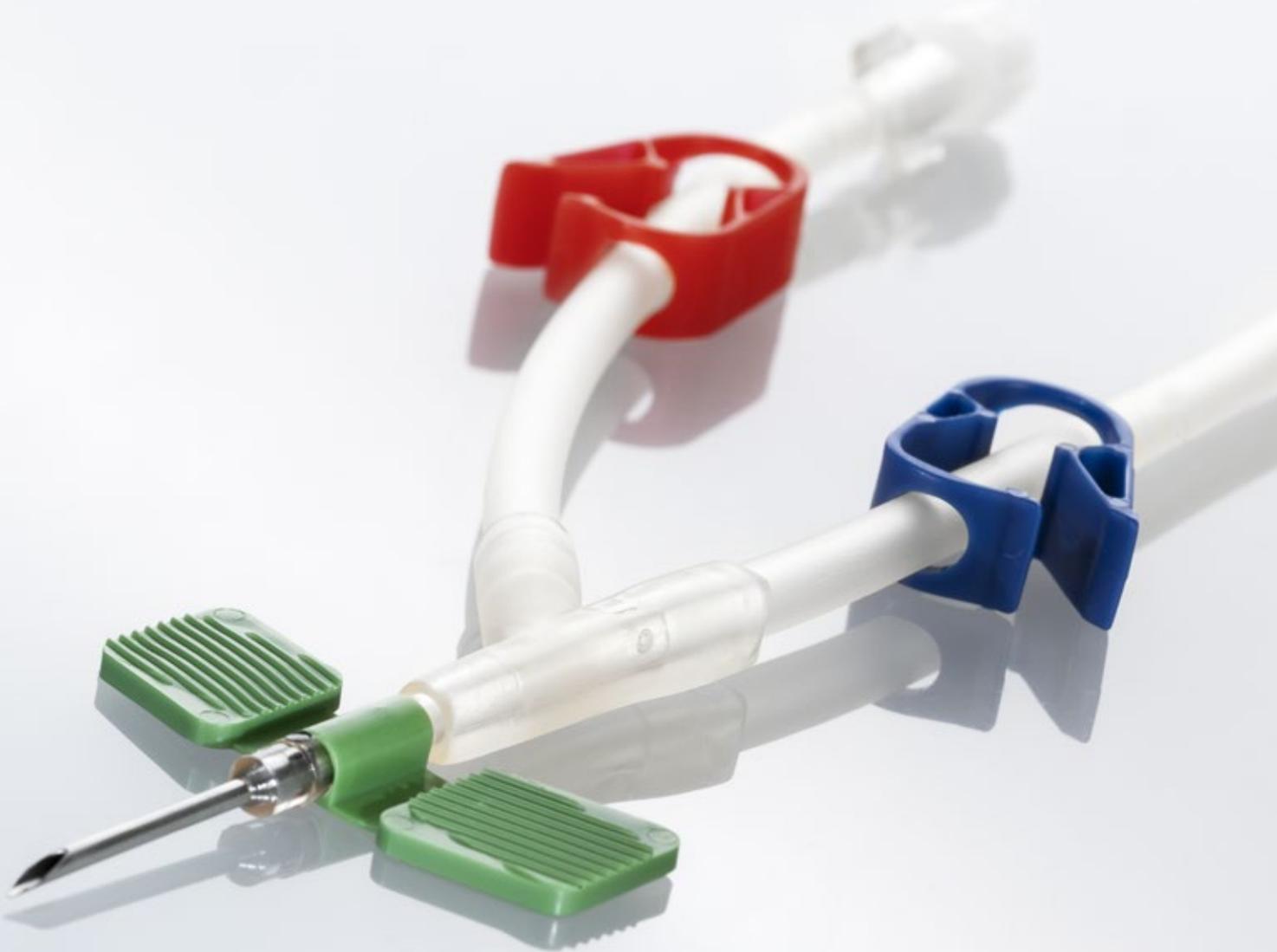


Kardioprotektive Hämodialyse

Single-Needle-Dialyse

Anwenderbroschüre



Cardioprotective Haemodialysis **SPOT**



**FRESENIUS
MEDICAL CARE**

Schützen Sie Ihre Patienten

Kardioprotektive Hämodialyse

Bei Hämodialyse Patienten treten in zunehmendem Maße vielfältige Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Dyslipidämien, Mangelernährung, Anämie, Bluthochdruck sowie kardiovaskuläre Komplikationen auf. Zugleich erhöht sich das durchschnittliche Eintrittsalter in die Dialyse kontinuierlich.

Daher ist die Überlebensrate von Hämodialyse Patienten trotz der in den letzten 30 Jahren erzielten technischen und therapeutischen Fortschritte unbefriedigend niedrig. Ein Schlüssel zur Verbesserung ihrer medizinischen Prognose liegt in der gezielten Verbesserung der

SP

Kardioprotektive

Services

Über 30 Jahre Erfahrung im Bereich kundenorientierter Dialyседienstleistungen.

- Projektplanung und Beratung
- Aus- und Weiterbildung
- Technischer Service
- Wasser-Qualitäts-Service (WQS)
- Medizinischer Informationsdienst
- Qualitätssicherung mit EuClid®

Produkte

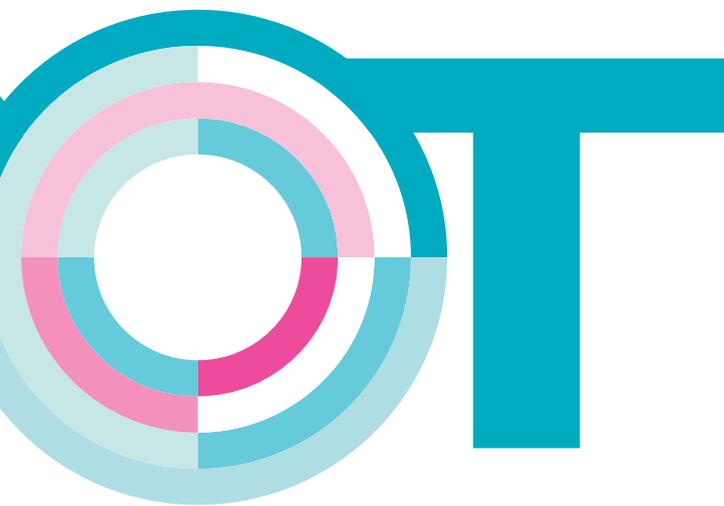
Innovative Technologien – Innovative Produkte für kardioprotektive Therapien.

- CorDiAx Produktlinie:
 - 5008 CorDiAx und 5008S CorDiAx
 - FX CorDiAx Hämodiafilter
 - BCM-Body Composition Monitor
- Classix Produktreihe:
 - 4008S classix
 - FX classix Dialysatoren
- Therapie-Daten-Management-System (TDMS)
- Online Purification Cascade (OPC)

intradialytischen kardiovaskulären Stabilität. Deshalb stehen die Entwicklung und Anwendung von kardioprotektiven Therapien im Zentrum des Interesses von Fresenius Medical Care.

SPOT reflektiert unser Engagement für kardioprotektive Behandlungsstrategien in allen unseren Kompetenzbereichen.

Mit SPOT bringen wir es auf den Punkt ...



Hämodialyse

Outcomes

Bessere Prognosen durch kardioprotektive Therapien.

- Reduziertes Mortalitätsrisiko
- Weniger kardiovaskuläre Komplikationen
- Optimierte Nutzung von Ressourcen

Therapien

Kardioprotektive Therapien als Standard für jeden Patienten.

- High-Flux-Dialyse
- HighVolumeHDF
- Advanced Fluid Management (Erweitertes Flüssigkeitsmanagement)



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6	4	Die Single-Needle-Behandlung	17
2	Die Effektivität der Single-Needle-Dialyse	8	4.1	Aufbau des extrakorporalen Blutkreislaufs	17
2.1	Blutfluss	8	4.2	Einstellbare SN-Parameter	17
2.1.1	Der mittlere Blutfluss und seine Berechnung	8	4.3	Auto Single Needle	17
2.1.2	Mittlerer effektiver Blutfluss	9	4.4	Während Behandlung in Doppelnadel-Modus wechseln	18
2.1.3	Relation zwischen der Geschwindigkeit der arteriellen Blutpumpe und der Single-Needle-Pumpe	9	4.5	Während der Behandlung zurück in den Single-Needle-Modus wechseln	18
2.2	Rezirkulation	10	4.6	Single-Needle-Klick-Klack	18
2.2.1	Fistelrezirkulation	10	5	Häufig gestellte Fragen zur Single-Needle-Dialyse	20
2.2.2	Kardiopulmonale Rezirkulation	11	6	Literatur	21
2.2.3	Systembedingte Rezirkulation	11	7	Notizen	22
2.3	Schlagvolumen	12			
2.4	Kanülendurchmesser	13			
3	Das Single-Needle-System	15			
3.1	Arteriell Single-Needle-Verfahren	15			
3.2	Steuerung aller Parameter durch den Anwender	15			

Nutzung

Die hier angesprochenen Produkte dürfen nur von Personen angewendet werden, die nachweislich in die sachgemäße Handhabung eingewiesen worden sind.

Bedienung

Die Verwendung der Anwenderbroschüre entbindet den Bediener nicht von der gründlichen Kenntnismahme der geräte- und verbrauchsartikelbegleitenden Gebrauchsanweisungen, insbesondere der in der Gebrauchsanweisungen enthaltenen Warnhinweise.

Die Anwenderbroschüre ersetzt nicht die vom Hersteller bereitgestellten Gebrauchsanweisungen.

Abbildungen

Die in den Dokumenten verwendeten Abbildungen (z. B. Screen, Foto, etc.) können vom Original abweichen, wenn dies keine Auswirkung auf die Funktion hat.

Änderungen

Änderungen der Technischen Dokumente erfolgen als Neuauflagen oder Ergänzungsblätter. Generell gilt: Änderungen vorbehalten.

Stand Gerätesoftware 4.50

Bei einem eingeschränkten Punktionsareal, der Verwendung von einlumigen Kathetern und zur Schonung des Shunts hat sich die Single-Needle-Dialyse als alternative Behandlungsvariante erwiesen. Als bislang einziges Therapiesystem ermöglicht die 5008 CorDiax Serie eine hocheffektive Single-Needle-Behandlung durch Kombination mit HighVolumeHDF in Prä- und Postdilution. Die Single-Needle-Dialyse ist jedoch nur eine Dauerbehandlungsmethode für gut durchblutete Shunts und bei der Anwendung von Kathetern.

Diese Broschüre gibt detaillierte Informationen zu dem besonderen Verfahren der Single-Needle-Dialyse. Zu Beginn werden grundsätzliche Faktoren, die die Effektivität der Single-Needle-Dialyse beeinflussen, dargestellt. Es folgen Hinweise zur Optimierung der Single-Needle-Dialyse. Weiterhin wird das Single-Needle-System der 5008 CorDiax Serie vorgestellt und die Bedienschritte zur Durchführung einer Single-Needle-Behandlung aufgeführt. Der letzte Abschnitt dieser Broschüre beschreibt die Single-Needle-Blutschlauchsysteme von Fresenius Medical Care.

Üblicherweise wird eine Dialyse unter Verwendung von zwei Gefäßzugängen durchgeführt. Hierbei wird dem Patienten über den ersten Zugang (arteriell) Blut entnommen und über einen zweiten Zugang (venös) gleichzeitig zurückgegeben (siehe Abb. 1).

Wenn jedoch nur über einen Zugangsweg dialysiert wird, spricht man von Single-Needle (SN).

Dies bedeutet Einzelnadel: Hierbei „teilen“ sich das arterielle und venöse Blutschlauchsystem den Zugangsweg und sind über ein Y-Stück verbunden (siehe Abb. 2). Eine Single-Needle-Dialyse wird z. B. bei einem kurzen Punktionsareal, zur Schonung des Shuntgefäßes (evtl. geringere Punktionsfrequenz) oder in Kombination mit einlumigen (Shaldon-)Katheter durchgeführt.

Wegen ihrer Aufteilung in zwei Phasen kann eine Single-Needle-Dialyse unter Umständen weniger effektiv sein als eine Zweinadel-Dialyse. Um auch mit einer Single-Needle-Dialyse eine effektive Therapie zu gewährleisten, müssen einige Aspekte besonders beachtet werden:

Bedingt durch den einen Zugangsweg kann bei einer Single-Needle-Dialyse das Blut dem Patienten nicht gleichzeitig entnommen und zurückgegeben werden. Deshalb findet der Fluss des Blutes durch den extrakorporalen Kreislauf in einem zweiphasigen Zyklus statt.

- In der **arteriellen Phase (Entnahmephase)** wird das Blut des Patienten zunächst in das Blutschlauchsystem gepumpt.
- In der **venösen Phase (Rückgabephase)** wird das Blut – nachdem es im Dialysator gereinigt wurde – dem Patienten zurückgegeben. Danach schließen sich weitere derartige Zyklen an.

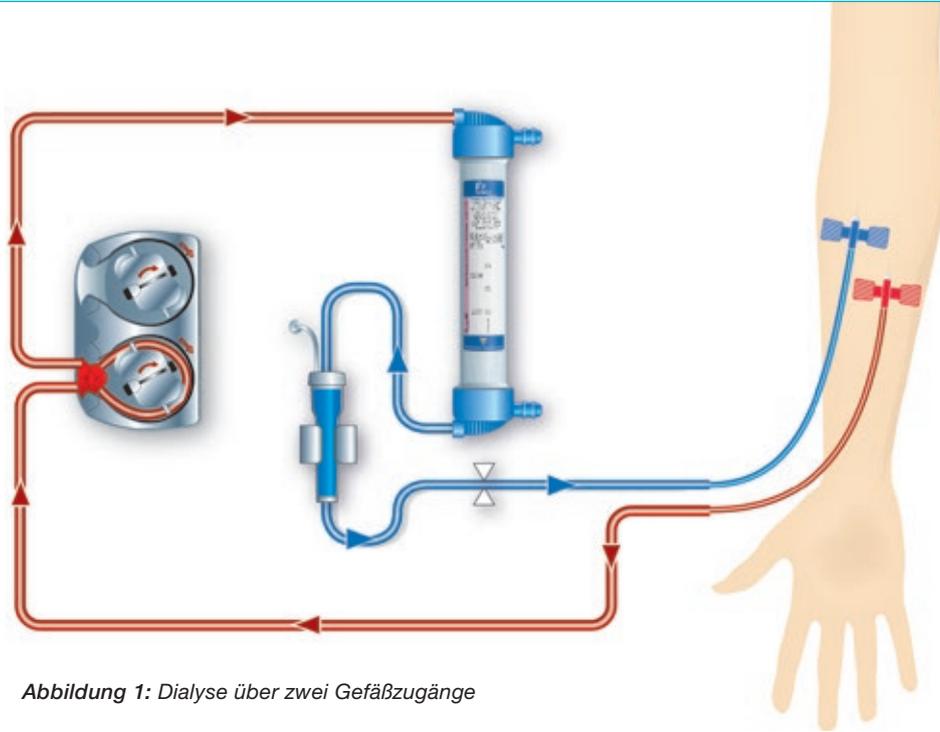


Abbildung 1: Dialyse über zwei Gefäßzugänge

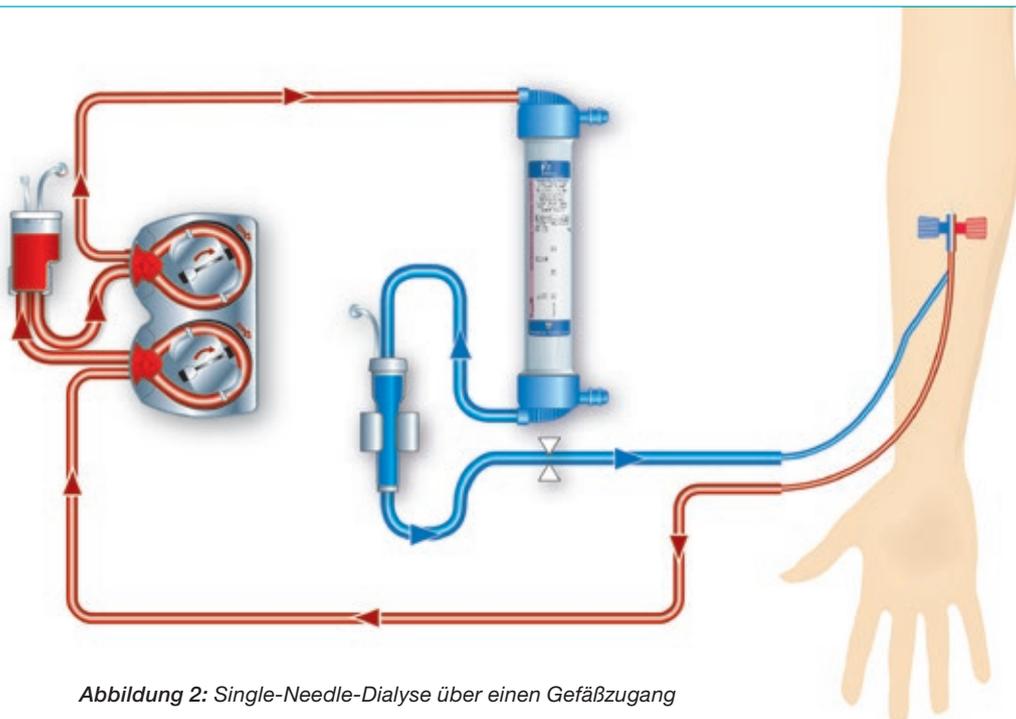


Abbildung 2: Single-Needle-Dialyse über einen Gefäßzugang

2 Die Effektivität der Single-Needle-Dialyse

Wegen ihrer Aufteilung in zwei Phasen kann eine Single-Needle-Dialyse unter Umständen weniger effektiv sein als eine Zweinadel-Dialyse. Um auch mit einer Single-Needle-Dialyse eine effektive Therapie zu gewährleisten, müssen einige Aspekte besonders beachtet werden, nämlich der Blutfluss (2.1), die Rezirkulation (2.2), das Schlagvolumen (2.3) und der Kanüldurchmesser (2.4). Im Folgenden werden diese Faktoren erläutert und Informationen zur Effektivitätssteigerung der Single-Needle-Dialyse gegeben.

Rezirkulation führt zur Verminderung der Clearance und damit zum Effektivitätsverlust der Dialysebehandlung.

2.1 Blutfluss

Die Höhe des Blutflusses ist für die Effektivität einer Single-Needle-Dialysebehandlung besonders wichtig, denn sie bestimmt, wieviel Liter Blut pro Behandlung durch den Dialysator strömen und dort gereinigt werden. Damit besteht ein direkter Zusammenhang zur Behandlungsdauer. Das folgende Beispiel macht deutlich, wie wichtig ein möglichst hoher Blutfluss für eine effektive Dialysebehandlung ist.

$$130 \text{ ml/min effektiver Blutfluss} \times 60 \text{ min} \times 4 \text{ Std} = \mathbf{31 \text{ LITER kum. BLUTVOLUMEN}}$$

$$180 \text{ ml/min effektiver Blutfluss} \times 60 \text{ min} \times 4 \text{ Std} = \mathbf{43 \text{ LITER kum. BLUTVOLUMEN}}$$

2.1.1 Der mittlere Blutfluss und seine Berechnung

Da bei der Single-Needle-Dialyse das Blut in zwei Phasen durch den extrakorporalen Kreislauf fließt, muss zur Bestimmung der gereinigten Blutmenge ein Mittelwert aus den jeweiligen Geschwindigkeiten der beiden Blutpumpen gebildet werden: der mittlere Blutfluss. Er lässt sich wie folgt berechnen:

$$\text{MITTLERER BLUTFLUSS} = \frac{\text{arterielle Blutpumpenrate} \times \text{SN-Blutpumpenrate}}{\text{arterielle Blutpumpenrate} + \text{SN-Blutpumpenrate}}$$

GENAUE FORMEL

zum Beispiel:

$$\text{MITTLERER BLUTFLUSS} = \frac{300 \text{ ml/min} \times 330 \text{ ml/min}}{630 \text{ ml/min}} = \mathbf{157,1 \text{ ml/min}}$$

Weichen die beiden Blutpumpengeschwindigkeiten nicht sehr voneinander ab, lässt sich der mittlere Blutfluss auch auf folgende Weise ermitteln. Die etwas ungenauere, aber leicht im Kopf berechenbare Faustformel lautet:

$$\text{MITTLERER BLUTFLUSS} = \frac{\text{arterielle Blutpumpenrate} + \text{SN-Blutpumpenrate}}{4}$$

FAUSTFORMEL

zum Beispiel:

$$\text{MITTLERER BLUTFLUSS} = \frac{300 \text{ ml/min} + 330 \text{ ml/min}}{4} = \mathbf{157,5 \text{ ml/min}}$$

Anhand dieses Rechenbeispiels wird deutlich, um wie vieles geringer der mittlere Blutfluss gegenüber den jeweils eingestellten Blutpumpen-Geschwindigkeiten ist.

2.1.2 Mittlerer effektiver Blutfluss

Nicht immer entspricht die eingestellte Blutpumpengeschwindigkeit der tatsächlich geförderten Menge Blut; beispielsweise dann, wenn wegen schlechter Shunt-Durchblutung der arterielle Druck weit im negativen Bereich liegt oder wenn es wegen Alarmen zu häufigen Stillstandszeiten der Blutpumpen kommt.

ZUR INFO:

Auskunft über die im Single-Needle-Modus tatsächlich geförderte Blutmenge gibt der mittlere effektive Blutfluss (siehe Abb. 3). Bei der 5008 CorDiax Serie wird der mittlere effektive Blutfluss automatisch nachgeregelt, so dass dieser immer dem eingestellten Blutfluss entspricht.



Abbildung 3: Effektiver Blutfluss im Single-Needle-Modus

2.1.3 Relation zwischen der Geschwindigkeit der arteriellen Blutpumpe und der Single-Needle-Pumpe

Häufig wird die Geschwindigkeit der Single-Needle-Blutpumpe 10 bis 20 % höher eingestellt als die der Blutpumpe. Um bei schlechtem Blutangebot dennoch den maximal möglichen Blutfluss zu erreichen, kann die Single-Needle-Pumpe auch wesentlich schneller eingestellt werden als die arterielle Blutpumpe.

Andererseits kann bei einem Shunt mit großem Blutangebot – wie z. B. einem Oberarmshunt – die Geschwindigkeit der arteriellen Blutpumpe sehr hoch eingestellt werden. Aufgrund des hohen Rücklaufdrucks eines solchen Shunts kann die Single-Needle-Pumpe jedoch nicht so schnell eingestellt werden, es käme sonst zu venösen Druckalarmen. Zur Erreichung einer möglichst effektiven Dialyse ist es hier sinnvoll, die o. g. Faustregel zu verlassen und die arterielle Blutpumpe schneller als die Single-Needle-Pumpe einzustellen (z. B. Blutpumpe 400 ml/min, SN-Blutpumpe 230 ml/min).

Empfehlungen für die Geschwindigkeit der Single-Needle-Pumpe

Situation	Geschwindigkeit der Single-Needle-Pumpe
gute Flussverhältnisse	gleich oder 10 bis 20 % höher als arterielle Blutpumpe
schlechtes Blutangebot	bis 60 % höher als arterielle Blutpumpe
gutes Blutangebot	bis 60 % niedriger als arterielle Blutpumpe

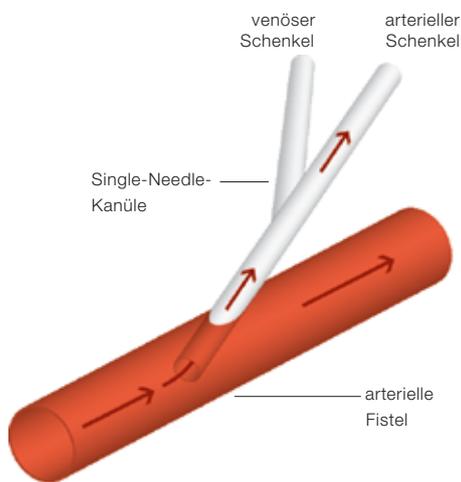
2 Die Effektivität der Single-Needle-Dialyse

2.2 Rezirkulation

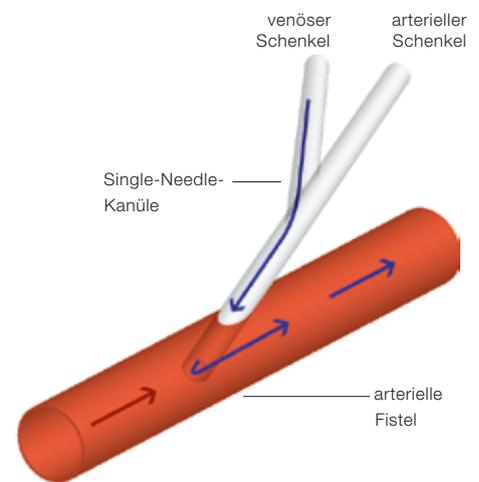
2.2.1 Fistelrezirkulation

Ist der Blutfluss in der Fistel (Q_F) geringer als der extrakorporale Blutfluss (Q_B), kommt es zu einer Rezirkulation. Bereits dialysiertes Blut wird über die arterielle Nadel erneut in den extrakorporalen Kreislauf angesaugt. Dieses wird im Allgemeinen als Fistelrezirkulation bezeichnet. Häufige Ursache ist eine Abflussbehinderung bedingt durch Stenosen, Lageveränderungen des Patienten, Stauung durch einengende Kleidungsstücke, Staubänder, etc.¹

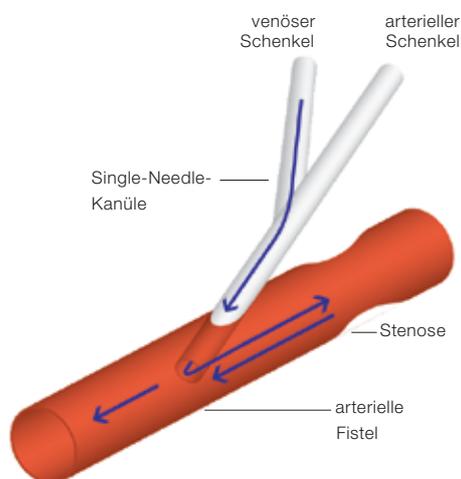
Fistelrezirkulation liegt vor wenn: $Q_B > Q_F$



Füllphase: Blut wird über den arteriellen Schenkel angesaugt.

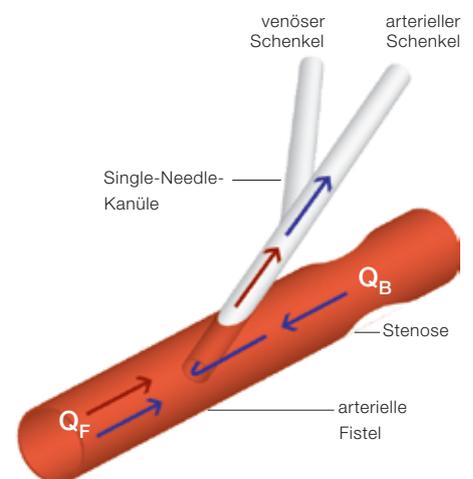


Entleerungsphase: Dialysiertes Blut wird dem Kreislauf wieder zurückgegeben.



Stenose: Durch die Verengung kann bereits dialysiertes Blut nicht schnell genug abfließen.

Rezirkulation, da $Q_B > Q_F$



Füllphase: Bereits dialysiertes Blut wird wieder mitangesaugt.

Rezirkulation, da $Q_B > Q_F$

2.2.2 Kardiopulmonale Rezirkulation

Da bei einer Fistel arterielles Blut, ohne am Stoffaustausch in den Zellen teilzunehmen, direkt in den venösen Kreislauf abfließt, kommt es nicht zu einer vollständigen Aufsättigung des Blutes mit Stoffwechselendprodukten. Man spricht hier von einer kardiopulmonalen Rezirkulation (siehe Abb. 4).² Diese kardiopulmonale Rezirkulation beträgt in der Regel unter 10 % und ist anatomisch vorgegeben.

2.2.3 Systembedingte Rezirkulation

Systembedingte Rezirkulation entsteht durch den Totraum des Gefäßzugangs, denn am Ende der venösen Phase verbleibt in der Kanüle bzw. im Dialysekatheter immer eine bestimmte Menge gereinigten Blutes (bis zu 1 ml, je nach Durchmesser und Länge des Zugangs). Diese wird in der arteriellen Phase erneut in den extrakorporalen Kreislauf angesaugt.

Darüber hinaus trägt auch das Blutschlachsystem zur Rezirkulation bei: Aufgrund seiner Flexibilität (Compliance) gibt es einer Druckerhöhung oder einem Unterdruck nach.

Der Durchmesser der Kanüle bzw. des Katheters ist wesentlich geringer als der des Blutschlachsystems. Deshalb kann das von der Single-Needle-Pumpe in der Rückgabephase (siehe Abb. 5) geförderte Blut nicht völlig widerstandsfrei in den Shunt zurückfließen. Somit kommt es während der Rückgabephase zu einer gewissen Ausdehnung. Das Blutschlachsystem gibt dem Druck nach und speichert bereits gereinigtes Blut, das in der arteriellen Phase erneut zum Dialysator gelangt.

In der arteriellen Phase (siehe Abb. 6) baut die Blutpumpe einen leichten Unterdruck auf. Hierbei fördert sie nicht nur Blut aus der dünnlumigen Dialysekanüle/ dem Dialysekatheter, sondern auch aus dem venösen Teil des Blutschlachsystems, der unterhalb der venösen Klemme über ein Y-Stück mit dem arteriellen Anteil verbunden ist.

Den Stellenwert der systembedingten Rezirkulation bei Effektivitätsbetrachtungen macht die nachfolgende Berechnung deutlich:

Compliance im Blutschlachsystem	4,4* bis 7,0 ml**
Totraumvolumen Dialysekanüle	0,1 ml
Demerskatheter	2–4,5 ml
Y-Stück zum Katheter	0,15 ml
Summe	5,5–8 ml

*bei -100/+200 mmHg **bei -200/+300 mmHg

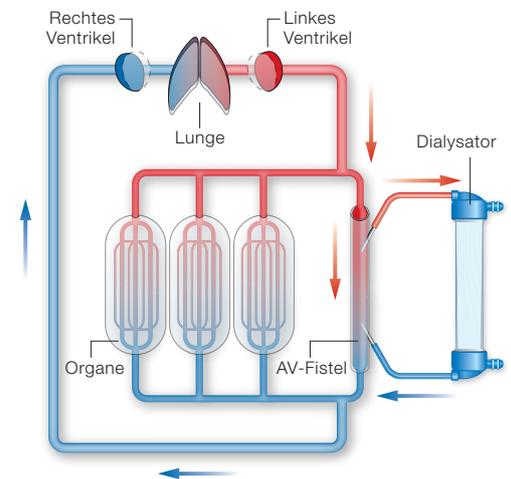


Abbildung 4: kardiopulmonale Rezirkulation

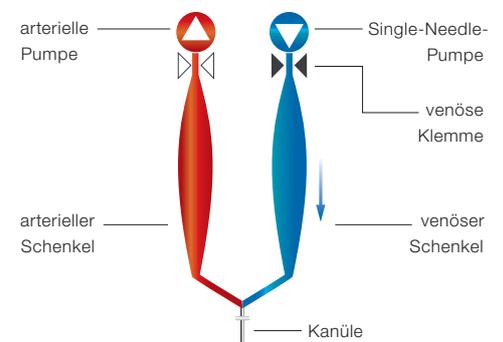


Abbildung 5: SN-Pumpphase

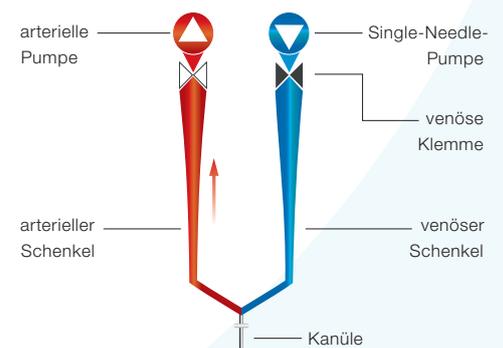


Abbildung 6: arterielle Pumpphase

2 Die Effektivität der Single-Needle-Dialyse

2.3 Schlagvolumen

Ein wichtiges Steuerungselement, das die Effektivität einer Single-Needle-Dialyse entscheidend beeinflusst, ist das Schlagvolumen. Das Schlagvolumen ist die Menge Blut, die pro Zyklus (d. h. arterielle und venöse Pump-Phase) gefördert wird.

Auf welche Weise ist es nun möglich, die Effektivität durch das Schlagvolumen zu verbessern?

Dies geschieht über eine Erhöhung des Schlagvolumens gleich in zweifacher Hinsicht: Zum Einen führt die Erhöhung des Schlagvolumens zu einer Reduktion des Rezirkulationsanteils. Legt man die Berechnung der systembedingten Rezirkulation zugrunde, so ergibt sich bei einem Schlagvolumen von 30 ml ein systembedingter Rezirkulationsanteil von 18 bis 27 %. Bei einem Schlagvolumen von 60 ml sind es hingegen nur 9 bis 13 % (siehe Abb. 7).¹

Zum Anderen bewirkt eine Erhöhung des Schlagvolumens eine Verminderung der Single-Needle-Zyklen pro Zeiteinheit, denn die Förderung eines größeren Schlagvolumens dauert einfach länger. Somit wird das Rezirkulationsvolumen weniger häufig gefördert. Das folgende Rechenbeispiel verdeutlicht diesen Sachverhalt:

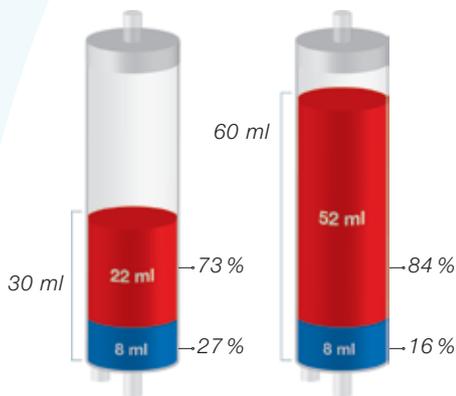


Abbildung 7: Verhältnis zwischen effektiven Schlagvolumen ■ und Rezirkulationsvolumen ■

Mittlerer Blutfluss	200 ml/min	200 ml/min
Schlagvolumen	30 ml	60 ml
Anzahl Single-Needle-Zyklen/min	6,6	3,3

Bei einem Blutfluss von 200 ml/min und einem Schlagvolumen von 30 ml beträgt der Rezirkulationsanteil ca. 53 ml/min. Dies sind immerhin 27 % der geförderten Blutmenge. (Rezirkulationsanteil 8 ml je Hub). Erhöht man das Schlagvolumen auf 60 ml sinkt der Rezirkulationsanteil auf weniger als 27 ml/min bzw. weniger als 14 %.

ZUR INFO:

Die Ultrafiltration findet unabhängig von der Single-Needle-Phase statt; wenn die Förderung des Schlagvolumens zu lange dauert, kann es deshalb zum Eindicken des Blutes bei hoher Ultrafiltrationsrate kommen. Dies kann geräteseitig an einem ansteigenden Transmembrandruck (TMP) detektiert werden. In einem solchen Fall ist es sinnvoll, ein kleineres Schlagvolumen zu wählen, denn dieses wird in kürzerer Zeit gefördert.

2.4 Kanüledurchmesser

Als engste Stelle im extrakorporalen Blutkreislauf tragen Dialysekannülen bis zu 80 % zum Strömungswiderstand bei.³ Nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille (siehe Abb. 8) ist der Fluss in vierter Potenz vom Durchmesser der Kanüle abhängig: Deshalb fließt bei gleichen Druckverhältnissen durch eine 17-Gauge-Kanüle (Ø 1,5 mm) nur knapp die Hälfte der Blutmenge, die durch eine 15 Gauge-Kanüle (Ø 1,8 mm) fließt.

Zwingt man das Blut mit einer hohen Geschwindigkeit durch eine Kanüle mit geringerem Durchmesser, kann die hieraus resultierende Scherbelastung der Erythrozyten zur Hämolyse führen. Das Diagramm (siehe Abb. 9) zeigt die durch den Anstieg des freien Hämoglobins nachweisbare Hämolyse in Abhängigkeit vom Blutfluss und dem Durchmesser der Kanüle.

Bei der Wahl des Kanüledurchmessers ist zu berücksichtigen, dass das Blut durch die Single-Needle-Kanüle mit der jeweils eingestellten Blutpumpengeschwindigkeit und nicht mit der mittleren Flussgeschwindigkeit fließt.

Um beispielsweise bei einer Single-Needle-Dialyse einen mittleren Blutfluss von 200 ml/min zu erreichen, müssen die Geschwindigkeiten der arteriellen Blutpumpe und der Single-Needle-Pumpe (im einfachsten Rechenbeispiel) jeweils 400 ml/min betragen! Wenn jedoch die arterielle Blutpumpe das Blut mit einer Geschwindigkeit von 370 ml/min fördert, beträgt (um bei einem mittleren Blutfluss von 200 ml/min zu bleiben) die Geschwindigkeit der Single-Needle-Pumpe 430 ml/min. Diese Blutflussgeschwindigkeit kann in Verbindung mit einer 17-Gauge-Kanüle bereits zu Hämolyse führen. Die Wahl eines möglichst großen Kanüledurchmessers hat folgende Vorteile:

- Maximierung des Blutflusses
- Vermeidung von Hämolyse

Die empfohlenen Blutflüsse für Single-Needle-Kanülen von Fresenius Medical Care sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

SN-Kanüle	Art.-Nr.	Größe / Ø x Länge	Empfohlener Blutfluss
SN 700 RG	5081701	17 G / 1,5 mm x 20 mm	bis 250 ml/min
SN 650 RG	5081651	16 G / 1,6 mm x 25 mm	bis 350 ml/min
SN 600 RG	5081601	16 G / 1,6 mm x 20 mm	bis 350 ml/min
SN 550 RG	5081551	15 G / 1,8 mm x 25 mm	bis 450 ml/min
SN 500 RG	5081501	15 G / 1,8 mm x 20 mm	bis 450 ml/min

EMPFEHLUNGEN ZUR EFFEKTIVITÄTSSTEIGERUNG:

- Maximal möglichen Blutfluss einstellen
- Blutpumpengeschwindigkeiten dem jeweils möglichen Blutangebot und dem venösen Rücklaufdruck anpassen
- Möglichst hohes Schlagvolumen wählen
- Möglichst kurze, großlumige Dialysekannüle verwenden
- Behandlungsdauer beachten

$$Q_B = \frac{\Delta p \cdot r^4 \cdot k}{l}$$

$Q_B = \text{Blutfluss}$ $\Delta p = \text{Druckabfall}$
 $r = \text{Radius der Kanüle}$
 $k = \text{Konstante}$ $l = \text{Kanülenlänge}$

Abbildung 8: Hagen-Poiseuille'sches Gesetz

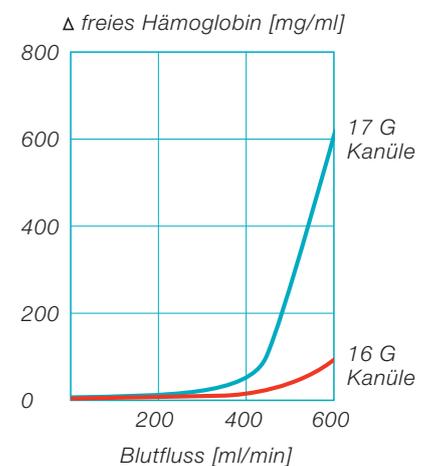
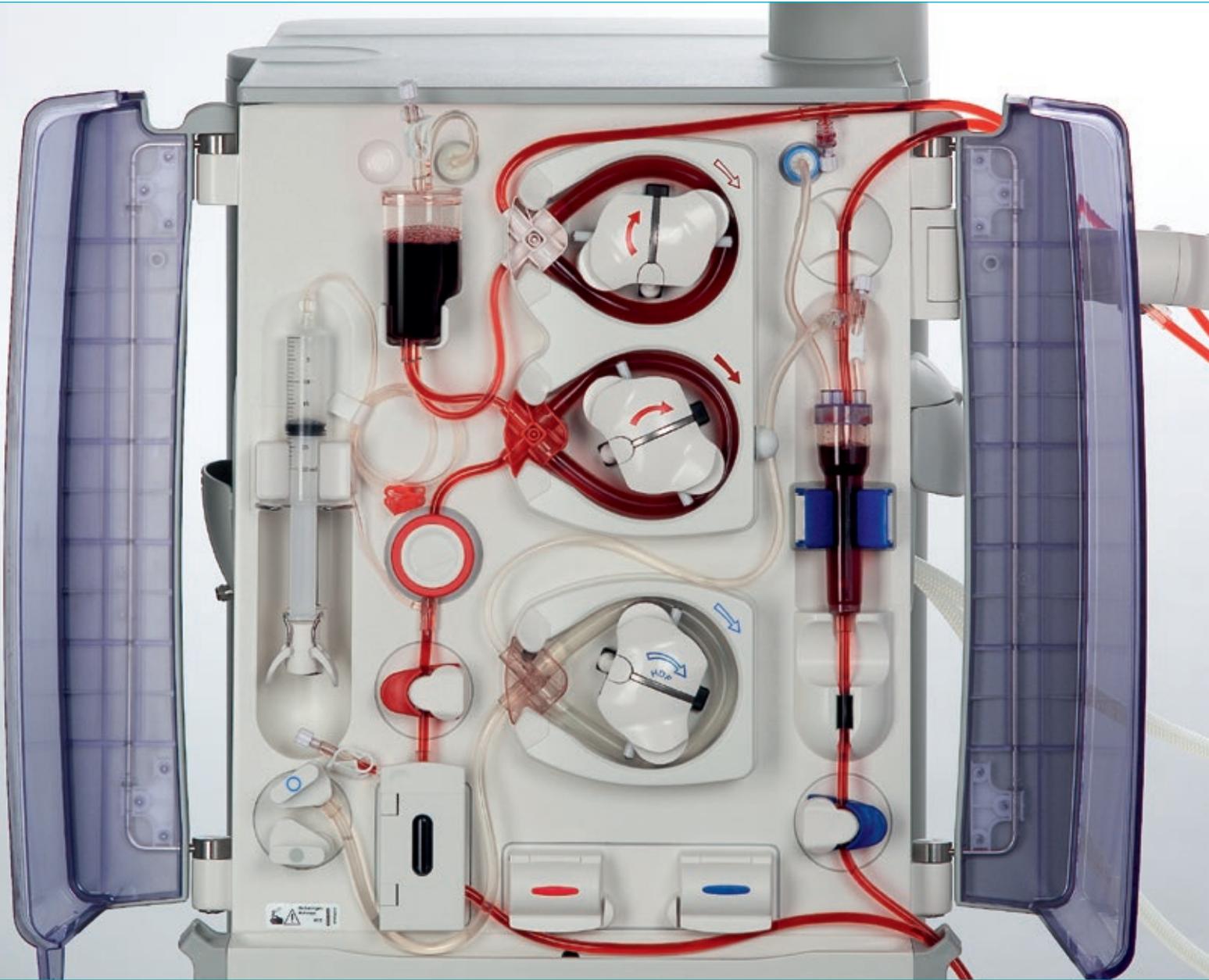


Abbildung 9: Hämolyse in Dialysekannülen⁴



3 Das Single-Needle-System

3.1 Arteriell Single-Needle-Verfahren

Das Therapiesystem der 5008 CorDiax Serie verfügt über ein arterielles Single-Needle-System, d. h. beide Blutpumpen und die Expansionskammer befinden sich vor dem Dialysator auf der arteriellen Seite des extrakorporalen Kreislaufs. Ein stabiler Transmembrandruck (TMP) und ein ständig angezeigter venöser Rücklaufdruck begründen die Vorteile des arteriellen Single-Needle-Systems. Durch das Anlaufen der jeweils fördernden Blutpumpe kommt es zu einem pulsatilem Fluss des Blutes durch den extrakorporalen Kreislauf und den Dialysator: Das heißt der Fluss des Blutes durch den extrakorporalen Kreislauf ist mit einer Pulsquelle vergleichbar. Ein pulsatilem Fluss des Blutes führt zu einer besseren Durchmischung des Blutes am Dialysator und kann die Effektivität erhöhen.⁵

Gegenüber Single-Needle-Systemen mit kontinuierlichem Fluss kommt es bei Single-Needle-Systemen mit jeweils abwechselnd fördernden Blutpumpen zu keiner Veränderung der Clearance.

ZUR INFO:

Konstanter Blutfluss während der Single-Needle-Dialyse ist nicht erforderlich.⁶

3.2 Steuerung aller Parameter durch den Anwender

Beim Single-Needle-System der 5008 CorDiax Serie kann der Anwender sowohl die Geschwindigkeiten der Blutpumpen als auch das Schlagvolumen unabhängig voneinander vorwählen. Die sich aus diesen Parametern ergebende Steuerung der Single-Needle-Behandlung übernimmt das Dialysegerät selbst:

- In der arteriellen Phase fördert die Blutpumpe das Blut in die Single-Needle-Expansionskammer, die sich zwischen den beiden Blutpumpen befindet. Die Förderung des jeweils eingestellten Schlagvolumens entspricht dem Auf- und Abbau eines bestimmten Druckes in dieser Expansionskammer. Diese ist mittels einer Druckmessleitung mit dem Dialysegerät verbunden, das die sich zwischen den beiden Blutpumpen kontinuierlich auf- und abbauenden Drücke misst. Ist der entsprechende maximale Druck erreicht, erfolgt die Umschaltung auf die venöse Phase (siehe Abb. 10).
- In der venösen Phase fördert nun die Single-Needle-Pumpe das Schlagvolumen durch den Dialysator zum Patienten zurück. Hierdurch wird der Druck in der Expansionskammer wieder abgebaut. Bei Erreichen der unteren Druckgrenze (diese ist standardmäßig bei 50 mmHg voreingestellt) ist ein Single-Needle-Zyklus beendet und der nächste beginnt wieder mit der arteriellen Phase (siehe Abb. 11).

Da beim 5008 Therapiesystem die Phasenumschaltung in beiden Fällen über das Erreichen bestimmter Druckgrenzen in der Expansionskammer erfolgt, wird dieses Verfahren auch als Druck-Druck-gesteuertes Verfahren bezeichnet.

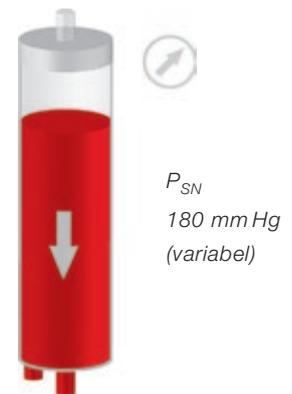


Abbildung 10: Entleerungsphase



Abbildung 11: Füllphase

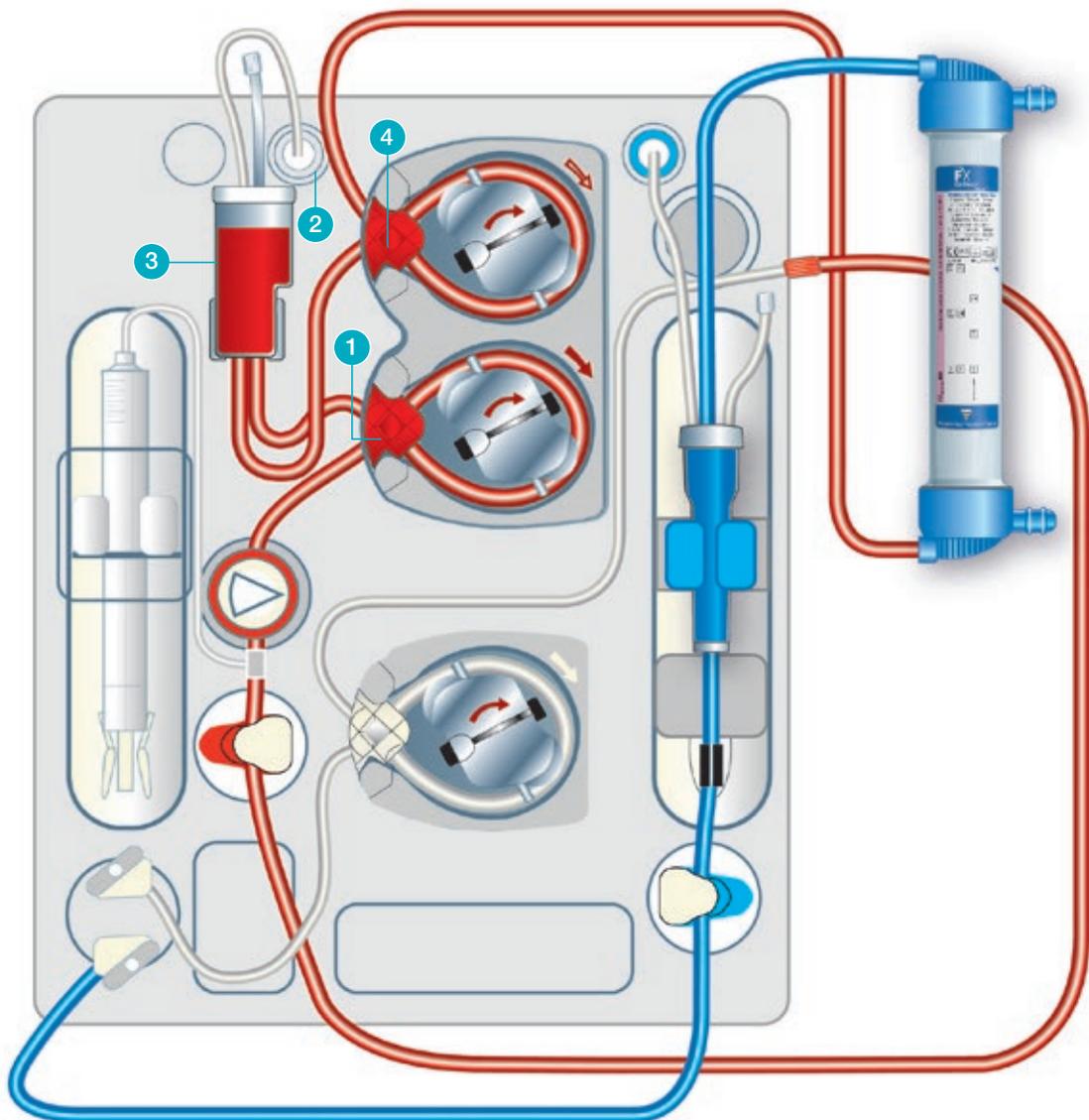


Abbildung 12: SN-Blutschlauchsystem

- 1 Fixierstück des arteriellen Pumpsegments in Blutpumpe
- 2 SN-Druckableitung
- 3 SN-Kammer in Halterung
- 4 SN-Fixierstück in Single-Needle-Pumpe

4 Die Single-Needle-Behandlung



4.1 Aufbau des extrakorporalen Blutkreislaufs

Im Menü Blutsystem (siehe Abb. 13) kann zwischen verschiedenen Blutschlauchkonfigurationen gewählt werden. Zum kochsalzfreien Aufrüsten des Single-Needle-Blutschlauchsystems ist die Behandlungsart „SN/ONLINE“ zu wählen. Die Vorgehensweise beim Aufrüsten des SN-Blutschlauchsystems ist im Bildschirmmenü "Blutsystem" schrittweise erläutert.

Alle weiteren Schritte zum Einrichten des extrakorporalen Blutkreislaufes erfolgen analog zum Doppelnadel-Verfahren (HD ONLINE). *Siehe Gebrauchsanweisung*

4.2 Einstellbare SN-Parameter

Im Single-Needle-Menü (siehe Abb. 14) können folgende Parameter eingestellt werden:

- Schlagvolumen (10–60 ml in 5 ml-Schritten)
- Flussrate Arterielle Blutpumpe
- Flussrate SN-Pumpe
- Auto-SN-Funktion deaktivieren/aktivieren



Abbildung 13: Blutsystem Menü

4.3 Auto Single Needle

Bei eingeschalteter Auto-SN-Funktion wird die Fördergeschwindigkeit der SN-Pumpe in Abhängigkeit von der Blutpumpenrate automatisch geregelt. Der Defaultwert ist auf +20% eingestellt. Durch Deaktivieren dieser Funktion muss die SN-Förderrate manuell eingestellt werden.

Eine unmittelbare Deaktivierung der Auto-SN-Funktion erfolgt auch durch eine Veränderung der SN-Förderrate.



Abbildung 14: Single-Needle-Menü

4 Die Single-Needle-Behandlung

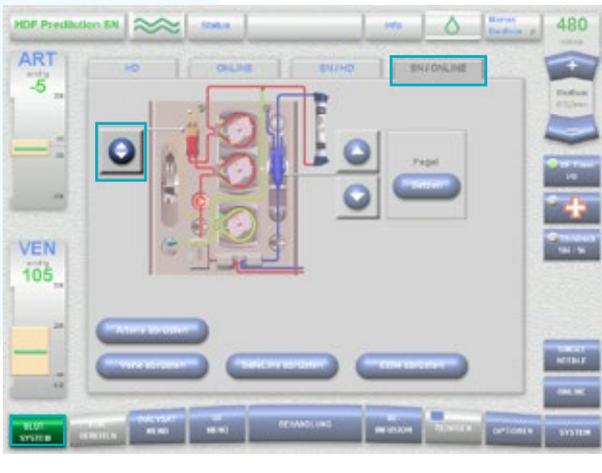


Abbildung 15: Pegel während der Behandlung setzen

4.4 Während Behandlung in Doppelnadel-Modus wechseln

Während einer Single-Needle-Behandlung besteht jederzeit die Möglichkeit, in den Doppelnadel-Modus zu wechseln. Hierzu wird das SN-Pumpsegment von der 5008/S CorDiax automatisch ausgefädelt.

Detaillierte Vorgehensweise siehe Gebrauchsanweisung

Bei Bedarf kann der Single-Needle-Modus jederzeit wieder aktiviert werden.

4.5 Während der Behandlung in den Single-Needle-Modus wechseln

Es besteht die Möglichkeit, jederzeit in der Behandlung, in den Single-Needle-Modus zu wechseln. Hierzu wird das SN-Pumpsegment von der 5008/S CorDiax automatisch eingefädelt.

Detaillierte Vorgehensweise siehe Gebrauchsanweisung

4.6 Single-Needle-Klick-Klack

Nur bei Verwendung eines Doppelnadel-Systems kann im Single-Needle-Menü SN-Klick-Klack aktiviert werden.

Bei der Behandlungsart Single-Needle-Klick-Klack, werden der arterielle und venöse Blutschlau mit einem Y-Stück am Gefäßanschluss konnektiert. Nach Auswahl des SN-Klick-Klack-Modus senkt sich der Pegel in der venösen Tropfkammer, die hierbei als Expansionskammer dient, automatisch. In der darauf folgenden Entnahmephase baut die Blutpumpe bei geschlossener venöser Klemme durch Volumenanstieg im venösen Blasenfänger Druck auf (siehe Abb. 19). Sobald der im SN-Menü definierte obere Umschaltdruck erreicht wurde, wird die Rückgabephase durch Öffnen der venösen Absperrklemme eingeleitet (siehe Abb. 20).

Sobald der im SN-Menü definierte untere Umschaltdruck erreicht wurde wird die Entnahmephase erneut eingeleitet.

ZUR INFO:

Zu beachten ist, dass dieses Verfahren nur Ausnahmesituationen vorbehalten bleiben sollte, da die Effektivität wegen des erheblich reduzierten mittleren Blutflusses stark eingeschränkt ist.

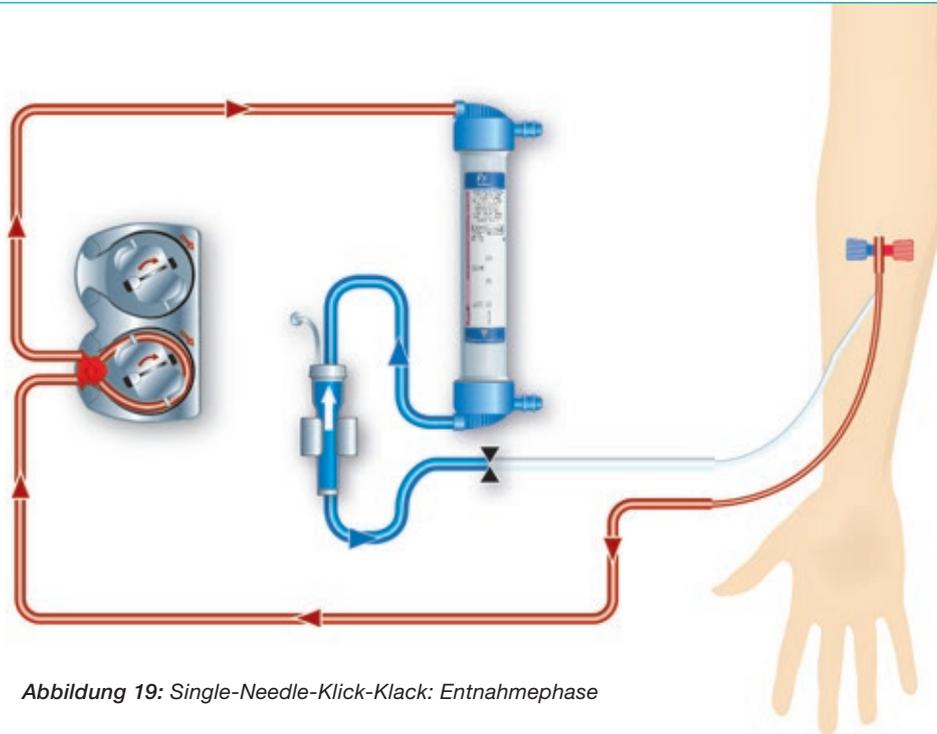


Abbildung 19: Single-Needle-Klick-Klack: Entnahmephase

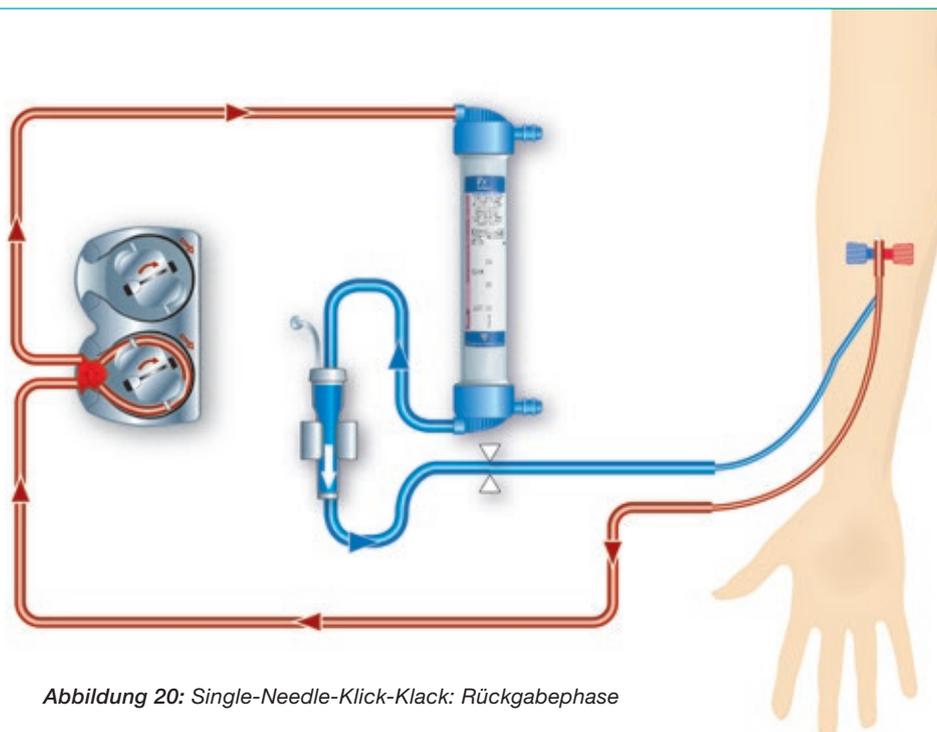


Abbildung 20: Single-Needle-Klick-Klack: Rückgabephase

5 Häufig gestellte Fragen zur Single-Needle-Dialyse

Warum kann die Expansionskammer voll laufen?

- Undichtigkeit an der Konnektion des Hydrophobfilters
- Klemme und Verschlusskappe beim Infusionsanschluss nicht geschlossen
- Spiegel in der SN-Kammer wurde nicht an die Markierung gesetzt
- Spiegel in der SN-Kammer wurde manuell gesetzt (zur Atmosphäre geöffnet)
- Abflussbehinderung
- Undichtigkeiten im Gerät

Warum kann der TMP während der Behandlung stark ansteigen?

- Blutflussrate zu gering
- Unangepasste Dialysatorgröße
- Zu hohe UF-Rate
- Unzureichende Antikoagulation
- Massive Rezirkulation
- Für HDF-Modus in Postdilution zu niedrige Blutviskosität (z. B. zu hoher Hkt)

Was führt zu einem Blutpumpen-Stillstandsalarm?

Wenn die Blutpumpen länger als 60 Sekunden stehen, kommt es zum Blutpumpen-Stillstandsalarm (z. B. Nadeljustage, nicht quittierte Alarme).

Was ist ein Single-Needle-Zyklusalarm?

Primär ist der Single-Needle-Zyklusalarm bedingt durch ein Förder- oder Abflussproblem.

- Klick-Klack-Modus:
Der Druck kann nicht innerhalb der Zykluszeit von ca. 15 Sekunden auf- oder abgebaut werden. Die eingestellte Druck-Amplitude ist in Relation zum Blutfluss zu hoch
- Single-Needle-Modus: 33% Unter- oder Überschreitung des Schlagvolumens

Ist ein pulsatile Blutfluss effizienzmindernd?

Nein. Die Effizienz ergibt sich aus dem dialysierten Blutvolumen der gesamten Behandlungszeit.

Welche Einschränkungen gibt es in Kombination mit Single-Needle?

- OCM
- VAM
- BVM nur messend, nicht regelnd einsetzbar
- BTM
- SN-Klick-Klack ist nicht mit HDF kombinierbar

6 Literatur

- 1 Polaschegg H.-D., Roy T., Spickermann R., Stellmach I. „Rezirkulation bei der Durchführung von Single-Needle-Dialysen“ in: 10. Symposium der Arbeitsgemeinschaft für nephrologisches Pflegepersonal, 1986 Lengerich, 1987
- 2 Krämer M. „Automatische Messung der Rezirkulation im Dialysezugang“ in: 18. Symposium der Arbeitsgemeinschaft für nephrologisches Pflegepersonal, 1996 Lengerich, 1997
- 3 Schleipfer D. „Dialysetechnik – Ein Kompendium über die Grundlagen der Behandlung mit der künstlichen Niere“, Friedrichsdorf, 1988
- 4 Interne Untersuchung zur Hämolyse in Dialysekanülen, Fresenius Medical Care St. Wendel, 1996
- 5 Polaschegg H.-D., Wojke R. “Constant blood flow during single-needle-dialysis is unnecessary” The International Journal of Artificial Organs, 1993
- 6 Polaschegg H.-D. „Technische Systeme der Single-Needle-Dialyse“, Sonderdruck zum EDTNA-ERCA Seminar Bad Homburg, 1990





FRESENIUS MEDICAL CARE

Firmensitz: Fresenius Medical Care Deutschland GmbH · 61346 Bad Homburg v. d. H. · Deutschland
Telefon: +49 (0) 6172-609-0 · Fax: +49 (0) 6172-609-2191

Deutschland: Fresenius Medical Care GmbH · Else-Kröner-Straße 1 · 61352 Bad Homburg v. d. H.
Telefon: +49 (0) 6172-609-0 · Fax: +49 (0) 6172-609-8740 · E-mail: marketing.deutschland@fmc-ag.com

Österreich: Fresenius Medical Care Austria GmbH · Lundenburgergasse 5 · 1210 Wien
Telefon: +43 (0) 1-2923501 · Fax: +43 (0) 1-292350185 · E-mail: fmc.austria@fmc-ag.com

Schweiz: Fresenius Medical Care (Schweiz) AG · Aawasserstrasse 2 · 6370 Oberdorf NW
Telefon: +41 (0) 41-6195050 · Fax: +41 (0) 41-6195080 · E-mail: info.ch@fmc-ag.com

www.fmc-ag.com · www.fmc-deutschland.com · www.fmc-austria.at · www.fresenius.ch