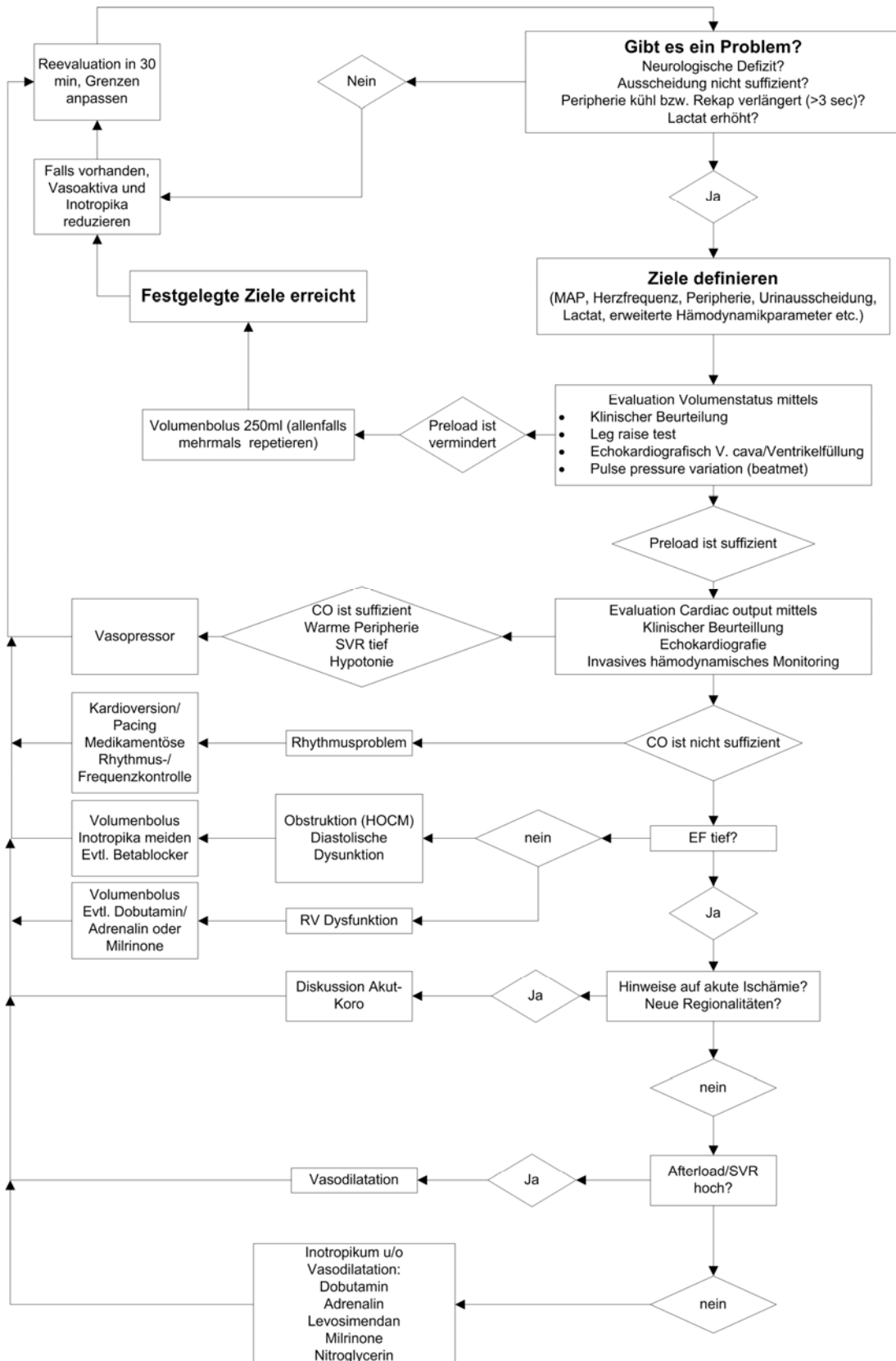




<i>Titel: Hämodynamik</i>	<i>Doc. No. 1</i>
	<i>Datum: 06/07/2016</i>
	<i>Revision No.</i>
<i>Autor: Barbara Affolter, Hans-Martin Vonwiller</i>	<i>Seite 1 von 6</i>
<i>Intensivstation, Lindenhofspital, Bern</i>	





<i>Titel: Hämodynamik</i>	<i>Doc. No. 1</i>
	<i>Datum: 06/07/2016</i>
	<i>Revision No.</i>
<i>Autor: Barbara Affolter, Hans-Martin Vonwiller</i>	<i>Seite 2 von 6</i>
<i>Intensivstation, Lindenhofspital, Bern</i>	

## 1.0 Einführung

1.1 **Hämodynamik** ist die strömungsphysikalische Beschreibung der Herz- Kreislauf-funktionen. Die treibende Kraft des Kreislaufs ist das Herz, dessen Pumpleistung ist von folgenden Parametern abhängig:

- **Preload** = Vorspannung, definiert durch Muskelfaserlänge des Myokards am Beginn einer Kontraktion; Näherungsmesswert = enddiastolisches Volumen.
- **Afterload** = Nachlast, definiert als Wandspannung der Ventrikel während Auswurfphase, bestimmt durch deren Grösse, Wanddicke und intrakavitären Druck, praktisch v.a. durch den Vasomotorentonus. Näherungsmesswert = peripherer Widerstand
- **Inotropem Zustand** = Kontraktilität. Diese wird vermindert durch Verlust an Myokard, Hypoxämie, Ischämie, Azidose, Sepsis und viele Medikamente. Gesteigert wird sie durch endogene und zugeführte Katecholamine. Näherungsmesswerte =  $dp/dt$ , Schlagvolumen

## 1.2 Hämodynamisches Monitoring

- dient der Überwachung und Optimierung der Kreislauf-funktionen.
- *ersetzt nie die sorgfältige Beurteilung und Verlaufsbeobachtung des Patienten!*
- *Wenn Messwerte nicht der Klinik entsprechen, muss die Situation analysiert, Fehlerquellen gesucht und meistens die Messung wiederholt werden.*
- *kann ohne wirksamen Behandlungsplan das outcome der Patienten nicht verbessern!*

1.3 **Therapieziele:** Optimierung des Flows mit möglichst unschädlichen Interventionen. Konkrete Zielwerte sind nicht einfach zu definieren, als globale Parameter stehen Herzminutenvolumen, zentralvenöse O<sub>2</sub>-Sättigung und Laktatclearance zur Verfügung

## 1.4 Interventionsmöglichkeiten:

- Optimierung des Preloads durch Volumenzufuhr, resp. -entzug;
- Optimierung des Afterloads durch Vasokonstriktion, resp. -dilatation;
- Verbesserung der Kontraktilität durch Vermeiden von „Hemmern“ und ggf. Gabe von positiv inotropen Substanzen.



<i>Titel: Hämodynamik</i>	<i>Doc. No. 1</i>
	<i>Datum: 06/07/2016</i>
	<i>Revision No.</i>
<i>Autor: Barbara Affolter, Hans-Martin Vonwiller</i>	<i>Seite 3 von 6</i>
<i>Intensivstation, Lindenhofspital, Bern</i>	

## 2.0 Indikationen

- Diagnostisch:
  - Differenzierung kardiales vs. nicht-kardiales Lungenödem
  - Differenzierung kardiogener vs. „hyperdynamer“ Schock
  - Vorliegen oder Ausmass einer pulmonal-arteriellen Hypertonie (nur PAK)
  - Shunt-diagnostik (O<sub>2</sub>-Sättigungsreihe, nur PAK)
- Zur Therapiesteuerung:
  - Bei (früher!) Sepsis
  - Allgemein zur differenzierten Dosierung von Volumen und Vasoaktiva
  - Bei ARDS
  - Bei beatmeten Patienten mit kardialer Funktionsstörung

## 3.0 Definitionen und Normwerte

Bemerkung: Normwerte und Formeln finden sich auch auf dem Siemensmonitor und in den Kurz- und Bedienungsanleitungen von Pulsion. Der Pulmonalkatheter wird unterdessen bei uns nicht mehr eingesetzt, deshalb werden seine Messwerte nicht mehr erwähnt. Mit dem PiCCO können die untenstehenden Werte gemessen oder berechnet werden.

Die häufig gebrauchten englischen Abkürzungen verwenden P für pressure anstelle des deutschen D für Druck. Indexierte Werte werden bevorzugt, da sie auf die Körperoberfläche Rücksicht nehmen.

MAD (MAP)	mittl. arterieller Blutdruck	70-90	mmHg
HI (CI)	Herzindex = HMV/KÖF	2.5-4	L/min/m <sup>2</sup>
HMV (CO)	Herzminutenvolumen, CCO= continuous cardiac output		
GEDI	Globaler enddiast. Volumenindex	680-800	ml/m <sup>2</sup>
SVI	Schlagvolumenindex	40-60	ml/m <sup>2</sup>
SVV	Schlagvolumenvariation	<10	%
SVRI	systemisch vaskulärer Widerstandsindex	1200-1800	dyn*s*cm <sup>-5*</sup>
ScvO <sub>2</sub>	zentralvenöse O <sub>2</sub> -Sättigung	>70	%
ELWI	extravaskulärer Lungenwasserindex	3-7	ml/kg
ITBI	intrathorakaler Blutvolumenindex	600-850	ml/m <sup>2</sup>



<i>Titel: Hämodynamik</i>	<i>Doc. No. 1</i> <i>Datum: 06/07/2016</i>
	<i>Revision No.</i>
<i>Autor: Barbara Affolter, Hans-Martin Vonwiller</i>	<i>Seite 4 von 6</i>
<i>Intensivstation, Lindenhofspital, Bern</i>	

## 4.0 PiCCO

Benützt wird bei uns zur Zeit ein PiCCO-Modul zum Monitor. Benötigt werden ein ZVK und ein vorzugsweise femoraler arterieller Zugang für den speziellen PiCCO-katheter mit dem Thermoanschluss. Mit Thermodilution wird das HMV zuerst gemessen und damit die kontinuierliche Methode mit Pulsconturanalyse geeicht.

### 4.1 Einige wichtige praktische Punkte:

- Vgl. auch Merkblatt PiCCO für Pflorgeteam
- Eine Kalibrierung (von CCO) mit 3-maliger Bolusinjektion für Thermodilution ist auch notwendig für die (Neu-)Bestimmung von ITBV und EVLW und soll deshalb 1 x pro Schicht oder bei grösseren Veränderungen wie Therapieumstellung oder starkem Volumenentzug durchgeführt werden.
- Wegen komplexen Strömungs- und Verteilungsverhältnissen soll die Bolusinjektion für Thermodilution nicht während Hämodialyse durchgeführt werden (falls Dialysekatheter in V. cava sup. liegt)
- Die Messung des HMV ist wahrscheinlich weniger abhängig von der (Be-) Atmung als beim PAK, sie soll zufällig im Atemzyklus verteilt werden.

### 4.2 Einige Punkte zur Interpretation:

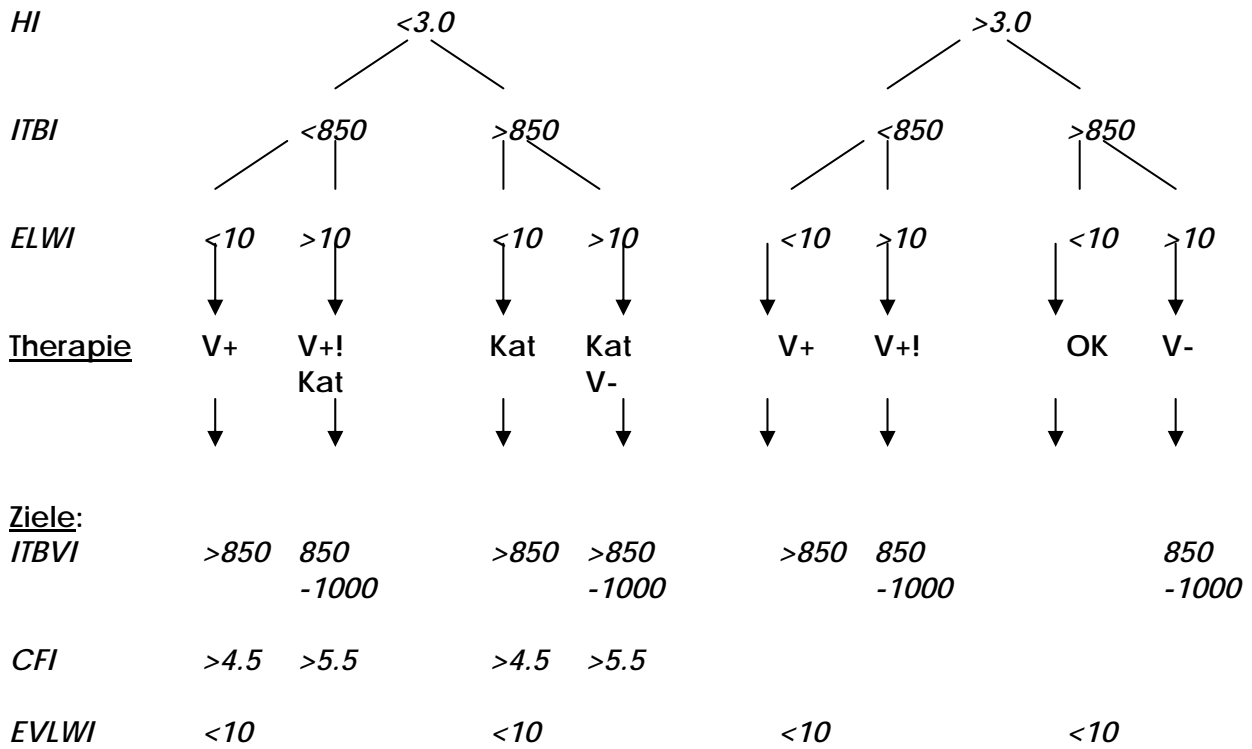
- Limitationen zu ITBV und EVLW:
  - Diese Messungen / Berechnungen sind komplex und dementsprechend störungsanfällig.
  - Ausreisserwerte sind im Gesamtkontext zu werten.
- Limitationen zu CO:
  - Misst pulm. Blutfluss, nicht li-ventrikulären output
  - Messfehler bis 10-20%
- Limitationen zu CCO:
  - Analyse mit Pulscontur bei Arrhythmien, bes. VHFli schwierig und deshalb bedingt geeignet.
- Limitationen zu SVV:
  - Nur interpretierbar bei kontrolliert beatmeten (seditierten) Patienten, dann jedoch ein sehr gutes Mass für das Ansprechen auf Volumentherapie.



<i>Titel: Hämodynamik</i>	<i>Doc. No. 1</i>
	<i>Datum: 06/07/2016</i>
<i>Autor: Barbara Affolter, Hans-Martin Vonwiller</i>	<i>Revision No.</i>
	<i>Seite 5 von 6</i>
<i>Intensivstation, Lindenhofspital, Bern</i>	

### 4.3 PiCCO – geleitetes Therapieschema

(vgl. auch allfällige neuere Versionen nach Pulsion)



V+ = Volumengabe (! = vorsichtig)  
V- = Volumenentzug

Kat = Katecholamine  
temp = temporär



<i>Titel: Hämodynamik</i>	<i>Doc. No. 1</i>
	<i>Datum: 06/07/2016</i>
	<i>Revision No.</i>
<i>Autor: Barbara Affolter, Hans-Martin Vonwiller</i>	<i>Seite 6 von 6</i>
<i>Intensivstation, Lindenhofspital, Bern</i>	

#### 4.4 Gegenüberstellung PAK / PiCCO

	<b>PAK</b>	<b>PiCCO</b>
<b>Vorteile</b>	PAD, SvO2	ITBV, EVLW, SVV volumenorientiert, weniger invasiv
<b>Nachteile</b>	Invasiver, teurer druckorientiert	Keine kont. SvO2
<b>Gute Indikation</b>	Frage nach pulm. Hypertonie, Shunt	Volumenmanagement ARDS Sepsis
<b>Wenig geeignet bei</b>	Langzeitproblem	Vorhofflimmern
<b>Kosten pro Katheterset</b>	500.- bis 600.-	300.- bis 400.-